小形風車導入手引書

Small Wind Turbine Guide Introductions

第2版

一般社団法人　日本小形風力発電協会

2012年（平成24年）　12月１日　発行

はじめに

近年、地球温暖化防止のため各国ではさまざまな取り組みが行われています。2009年12月にコペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組条約第15回締結国会議（COP15）でも、国際的な取り組みの議論が行われ、宣言文章の“留意”という表現にとどまりましたが、2010年12月のカンクンで開催された同条約第16回会議（COP16）では、米国や中国など温室効果ガスの主要排出国が加わる新たな温暖化対策の枠組み「ポスト京都議定書」の早期策定を目指す決議「カンクン合意」を採択し閉幕しました。

わが国においては、2009年9月にニューヨークの国連総会において、すべての主要国の参加による公平で実効性のある国際枠組みの構築と意欲的な目標の合意が、日本の約束の前提であることを強調しつつも、2020年までに1990年比で25%の温室効果ガスを削減するという日本の中期目標を明らかにし、国際協調の下で気候変動に取り組む意思を明確にしました。

また、わが国の政策面では、これまで再生可能エネルギーや省エネルギー機器の導入促進を促すため、新エネルギー特別措置法※1（旧特別処置法）やエネルギー供給構造高度化法※2など、さまざまな施策を実施してきましたが、2020年までに25%の温室効果ガスを削減する目標の達成のため、2011年8月に通常国会において再生可能エネルギー電気特別措置法※3が成立し、2012年7月1日より施行することになりました。

この法律は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、一定の期間・価格で電気事業者が買取ることを義務付けるものであり、買取りに要した費用は、電気事業者がそれぞれの電気の需要家に対して、使用電力量に比例したサーチャージ（賦課金）を毎月の電気料金に上乗せして請求することで賄います。これによって、ロータの受風面積が200m^{2}未満の小形風力発電システム（以下、小形風車）が発電した電気も買取り対象となりますが、買取期間にわたり安定的で効率的に発電することが可能であると見込まれるものでなければなりません。そのため、小形風車を導入する際は、経済産業大臣の設備認定を取得する必要があります※4。

また、小形風車の最大合計出力が20kW未満※5で最大高さが15m未満の場合、発電システムの設備認定・施工・維持・運用管理は電気管理技術者が行う必要がなく※6、またタワーや基礎等の建築確認申請も不要であるため、小形風車の設置の時から、設置者（ユーザ）※7自らが各法令に則って安全管理をしなければなりません。

そこで、設置者に対して、小形風車の性能や安全性に係る信用を与え、また製品相互の比較手段を提供するために、日本小形風力発電協会では、「小形風車の性能及び安全性に関する規格」を2011年11月4日に制定しました。この規格は、小形風車業界、エキスパート（科学者、研究者）、政府機関によって構成され、日本小形風力発電協会主催の下設置された「日本小形風車認証制度委員会（Japan Small Wind Turbine Certification Committee :JSWCC）」によって、協会規格として策定されたものです。この規格を基にして、小形風車認証制度が2011年12月より開始され、それによって、消費者に対して、規格に適合する製品の性能及び安全性に係る信用を与えると共に、製品相互の比較手段を提供することが可能になりました。

これらをふまえて、JSWCCでは、設置者が実際に導入する際に利用しやすい情報発信を目的として、小形風車の基礎的な知識や注意事項を中心に、小形風車の安全性・信頼性を確保するため、NEDOで実施した設置導入に関する技術検討内容を参考に、導入手引書を策定しました。JSWCCは、小形風車を導

入しようとする方々が、本手引書を実践的な情報を得るための参考図書として活用されることを希望します。

《補足》

※1：電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別処置法（2002年6月交付）

※2：エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源利用及び化石エネルギー原料の有効な利用促進に関する法律（2009年8月施行）

※3：電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（2012年7月施行）

※4：発電の設備や方法について、安定的かつ効率的に再生可能エネルギー源を用いて発電を行う設備であること等の点について経済産業大臣が認定した発電設備を「認定発電設備」といいます。この認定を受けた設備によって供給される電気が買取り対象になります。

※5：小形風車のみを設置した場合の最大出力。

※6：低圧連系の場合です。高圧連系の場合は、電気主任技術者の選任が必要（不選任承認も可）が必要です。

※7：再生可能エネルギー電気特別措置法上は、「特定供給者（再生可能エネルギー発電設備（認定発電設備のみ）で電気を電力事業者に供給する者）」となります。

目　次

1　導入の全体の流れ

本章では、小形風力発電システム（以下、小形風車）の概略や用語について説明し、設置者が小形風車を導入するにあたって、全体を把握するための導入フローを示し、各項目のチェックポイントを記載しています。

なお、各項目の詳細事項については、 ⇒　章番号.節番号.項番号 で示された箇所をご参照ください。

1.1　小形風車の用語

本手引書内において、風力発電関連の用語については、JIS C 1400-0：2005（風力発電システム−第0部：風力発電用語）における用語を使用することを基本としています。特に「小形風車」、「小形風力発電システム」については、「小型」ではなく「小形」を使用することを基本としていますが、本書内で参照している法規類等の抜粋において「小型」を使用している場合には、この限りではありません。

小形風車の構成例を、下記の図に示します。

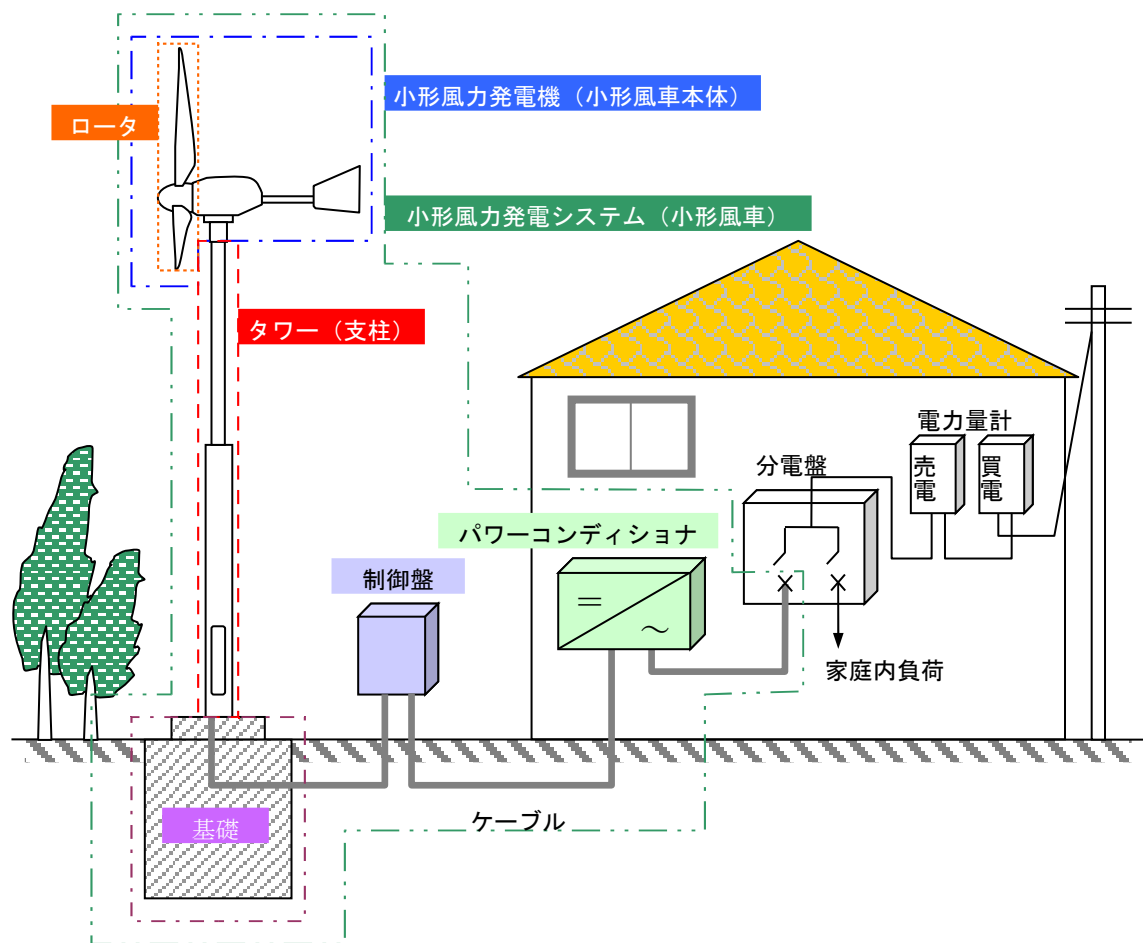



図1.1-1　小形風車の構成例（系統連系タイプ）

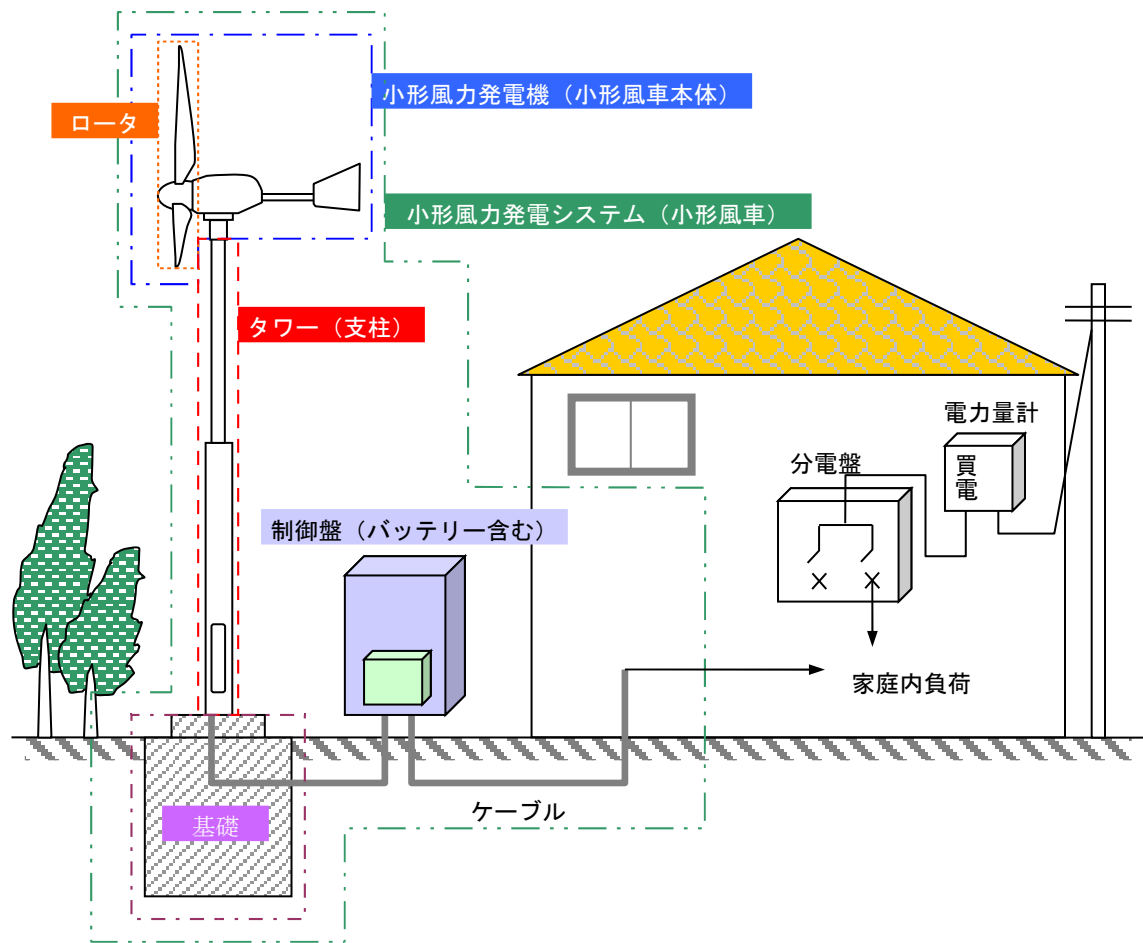



図1.1-2　小形風車の構成例（独立電源タイプ）

1.1.1　小形風車

小形風力発電機（以下、小形風車本体）、タワー、基礎、ケーブル、制御回路、（整流回路）、パワーコンディショナ、ブレーカおよび取扱説明書を含めた発電設備としての総称です。なお、小形風車本体は、ロータの受風面積が200m²未満のものが対象です。⇒　2.1

小形風車には、性能や安全性を担保するための認証制度があります。どのような内容で試験等が実施され、認証されているかなどは、本書で概要を記載しています。⇒ 5.1 , 5.2

1.1.2　ロータ

風のエネルギーを回転力に変換するのが、ロータです。この形状は様々で、プロペラ型、ダリウス型、直線翼垂直軸型、サボニウス型等があります。⇒　2.1.3

また、ロータの形状によっては、音が発生しますので、その音に十分に注意し、生活の妨げにならないような場所に設置する必要があります。⇒　2.2

1.1.3　小形風車本体

ロータ、発電機、カバーや各部品を固定するベース（ナセル）、水平軸風車の場合は風の方向に風車を向かせる機構（ヨー制御機構）などで構成されるのが小形風車本体です。風力発電機は、風の強さによって、発電電力が異なります。これを表したものが「出力曲線（パワーカーブ）」と呼ばれるもので、このグラフを基にして、年間の予想発電電力量を計算したりします。

予想発電電力量を計算する方法は、 2.4 等を参照してください。

1.1.4　タワー（支柱）

小形風車本体を支えると共に、発電した電気を流すケーブルが通っています。このタワーの上に小形風車本体を載せたとき、建築基準法における小形風車の適用は、高さ15m を超える風力発電用風車の支持部である支柱が建築物の工作物とみなされ、各市町村の担当部署に建築確認申請を行って安全確認をする必要があります。その高さが15m未満の場合は、建築確認申請は不要ですが、強風や振動によって倒壊しないよう、設計されていることが必要です。設置するタワーがどのような風速に対して耐えることができるのか、その風の荷重を求めた根拠など、製造業者（以下、メーカ）や設置業者に確認するか、強度計算書などを提出してもらうことが重要です。また、高さ20mを超える建造物には被雷設備を設けることも定められています。（「付録」4.5章参照）

なお、小形風車の性能及び安全性に関する規格（JSWTA 0001: 2011 日本小形風力発電協会）において、タワー及び基礎の基準が記載されており、本書では、これらに関する設計要件の一部を紹介しています。
⇒ 4.3.2

1.1.5　基礎

基礎は小形風車本体とタワー(支柱)を支えており、発電用風車の支持部である支柱と共にの高さが15m以上の場合、建築確認申請の対象となり、15m未満の場合は不要となります。

基礎は、いくつかの種類があり（⇒　4.2 ）、土地の固さや強さによって設計を変更する必要があります。メーカ等の事前調査のときに、設置環境について確認することが重要です。また、屋上設置の場合、建物強度を確認し、メーカに別途設計してもらう必要があります。

1.1.6　ケーブル

小形風車本体と制御盤、制御盤とパワーコンディショナを接続するものです。小形風車の出力電圧、出力電流によって、使用するケーブルの仕様が異なりますので、必ずメーカの指定するケーブルを使用する必要があります。

1.1.7　制御盤

小形風車の運転状態を制御し、小形風車の出力を制御する部分です。また、系統連系タイプでは、パワーコンディショナに入力する電圧を制御する機能等があり、独立電源タイプでは、バッテリやインバータおよびバッテリの充・放電制御機能等が含まれます。

1.1.8　パワーコンディショナ（PCS）

小形風車本体で発電した電気を商用電力系統（以下、系統）に接続する際に、適正な電圧や周波数に変換する装置です。電力品質維持や事故時の保安確保を目的に系統連系保護装置を内蔵しています。

また、パワーコンディショナの性能や安全性を保証するため、認証制度があります。⇒　6.3

1.1.9　運転マニュアル（説明書）

小形風車を設置した後、運転時に設置者（ユーザ）が注意する事項や日常点検事項等が記載されています。メーカによって内容が異なりますが、本書では最低限必要な事項について記述しています。
⇒ 8.1～8.3

1.1.10　電力量計（メーター）

電力量計には、売電用と買電用があります。売電用は、電力会社に売却する電力量を計量します。また、買電用は、電力会社から購入する電力量を計量するものです。なお、売電用は地域により電力会社が設置する場合と、発電設備設置者が設置する場合があります。

1.2　小形風車の導入フロー

小形風車の導入フローを図1.2-1に示します。その際のポイントを次頁より示しますが、詳細事項、申請手法については、 7.1～7.6 をご参照下さい。

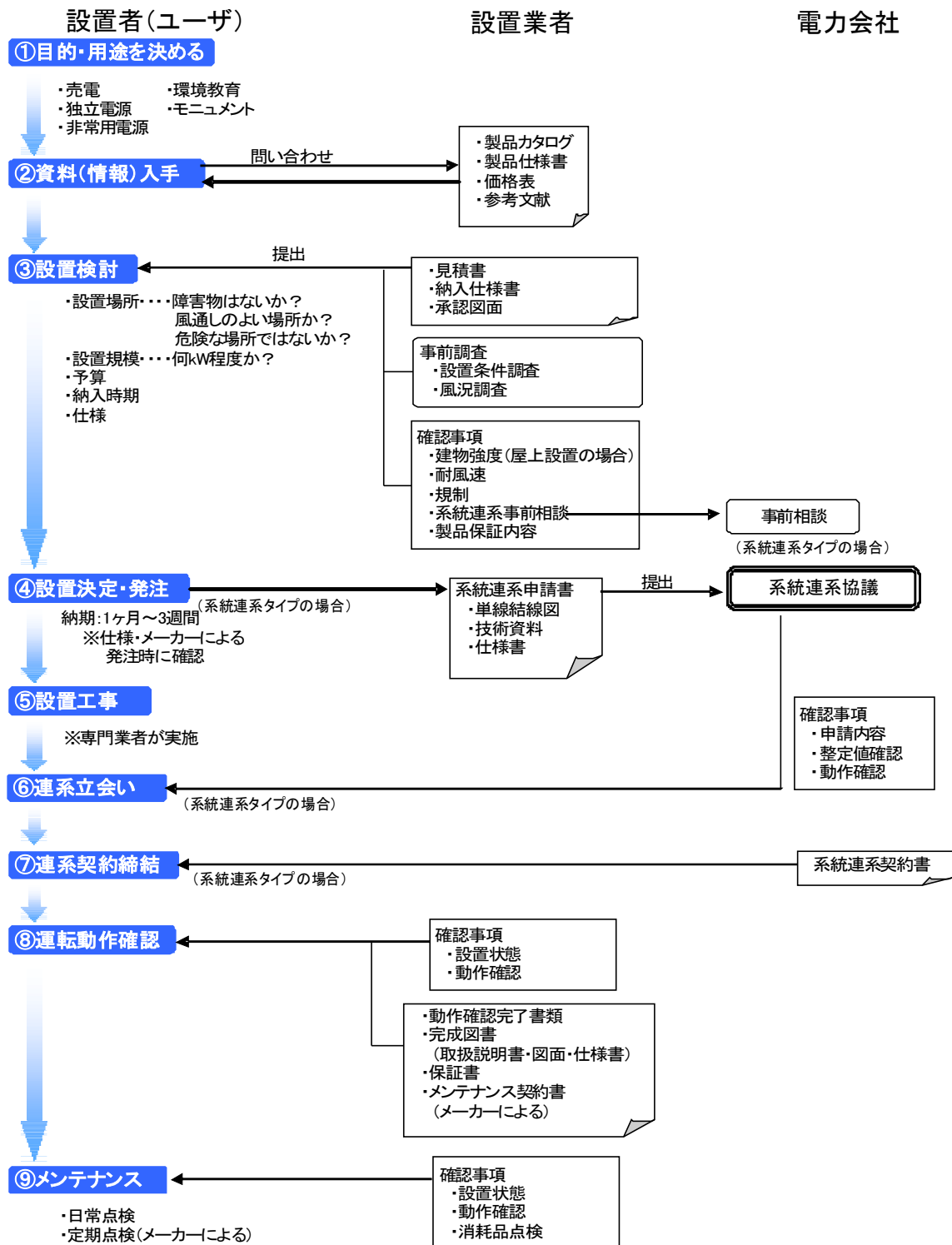



図1.2-1　小形風車の導入フロー

1.2.1　目的・用途を決める

小形風車を導入する時には、その目的や用途を明確にすることが肝要です。その目的・用途を明確にせ

ず導入を進めた場合、メーカや設置業者または周辺住民とのトラブルの原因になりかねません。目的・用途を設置前にメーカや設置業者に伝え、綿密な合意形成を行うことが必要です。推奨する選定手法を 図1.2-2に示します。

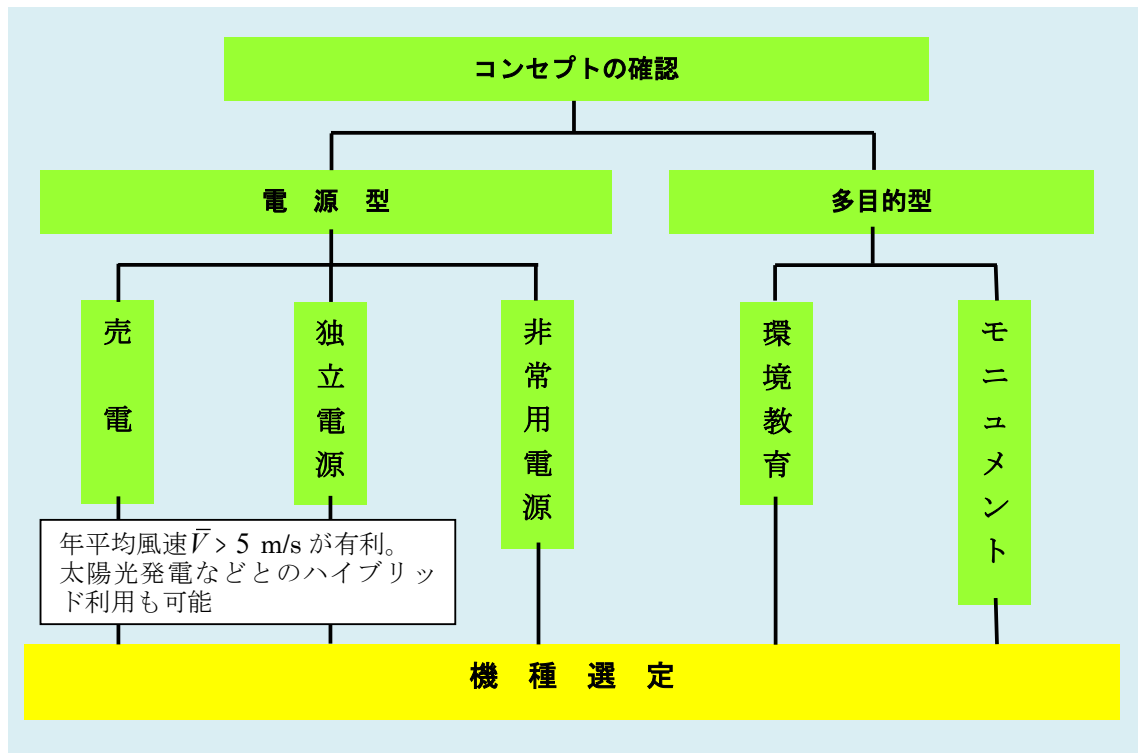



図1.2-2　小形風車の選定手法

1.2.2　資料請求

製品カタログ、製品仕様書、価格表をメーカ等から取り寄せて、各社の小形風車を比較検討することをお奨めします。

1.2.3　設置検討

まずは、メーカより各種資料を提出してもらいます。その際に、設置者（ユーザ）は、予算、納期、仕様、保証内容およびメンテナンス費用等を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その予想発電電力量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかも検討することが重要です。

事前調査では、設置現場調査および風況調査（任意）を行います。さらに、設置場所に関しての確認事項をチェックしていきます。なお、風況を確認するための手法や重要なポイントは、 3.1~3.7 をご参照下さい。

また、確認事項としては、屋上設置の場合は建物強度、耐風速、規制、系統連系事前協議および製品保証内容が主な項目です。

1.2.4　設置決定・発注

小形風車や付帯設備の納期は、メーカによって異なります。売電単価は、設置する小形風車の定格出力の他に、太陽光発電設備や自家発電設備の設置の有無によって異なる場合があります。経済産業省資源エネルギー庁のホームページでご確認いただくか、設置業者にご相談下さい。

1.2.5　設置工事

この設置工事は、設置者（ユーザ）が行うのではなく、必ずメーカが指定した専門業者に施工させてください。

1.2.6　連系立会い

設置者（ユーザ）は、電力会社の立会いのもとで、申請内容、整定値、動作などの確認を行います。

1.2.7　連系契約締結

連系立会いで、不具合等がなければ、電力会社との間で契約書を締結します。この時から、売電することができます。

1.2.8　運転動作確認

電力会社との連系契約が済んだあと、メーカによる詳細な動作確認を実施します。その時に、関係書類、保証書、メンテナンス契約書を受け取ります。

1.2.9　メンテナンス

日常点検は、メーカが指定するチェックリストに従って、設置者（ユーザ）が行います。

定期点検は、メンテナンス契約に則って、メーカもしくは設置業者が行います。

1.3　電力会社との契約

1.3.1　小形風車単体の場合

小形風車を系統と連系する際、電力会社と連系協議を行った上で、連系契約を締結します。（通常、連系協議は設置業者が代行します。）

この際、小形風車の出力規模によって、余剰電力売電もしくは事業目的の売電のどちらかの判断が行われ、それによって売電単価が異なります。

この単価については、経済産業省資源エネルギー庁のホームページでご確認いただくか、設置業者にご相談ください。

1.3.2　再生可能エネルギー電気特別措置法の適応の場合

この法律を基に平成24年7月より再生可能エネルギー買取制度が開始しました。この制度は、太陽光、風力など再生可能エネルギーによって発電した電力を、電力会社に、一定期間、一定の価格で、買い取るよう義務づけており、これにより、再生可能エネルギーの導入拡大を進めるものです。また、再生可能エネルギー電気を買い取る費用は、全国一律になるよう賦課金（サーチャージ）という形で、電気の使用量に応じて需要家が負担することになります。

買取価格、買取期間および賦課金（サーチャージ）は、経済産業大臣と関係大臣（農水大臣、国交大臣、

環境大臣、消費者担当大臣）に協議した上で、中立的な第三者委員会である経済産業省資源エネルギー庁に設置された調達価格等算定委員会の意見に基づき決定され、再生可能エネルギーの種類、設置形態、規模に応じて、毎年、買取価格や買取期間が決められ、経済産業大臣から告示されます。

なお、この制度の適応は、この制度が開始した後に新設された発電設備が対象となります。　また、発電設備は、経済産業大臣の認定を受けた認定発電設備が対象であり、設置者（ユーザ）は特定供給者として電気事業者と特定契約を締結し、売電することになります。

1.4　発電システムの管理責任者や手続き

小形風車は、電気事業法による規制の対象となり、また、風車出力規模によって、呼称、電気工作物の区分、電気主任技術者の選任が変わります。小形風車の呼称、規模および電気事業法による規制範囲を図1.4-1に示します。

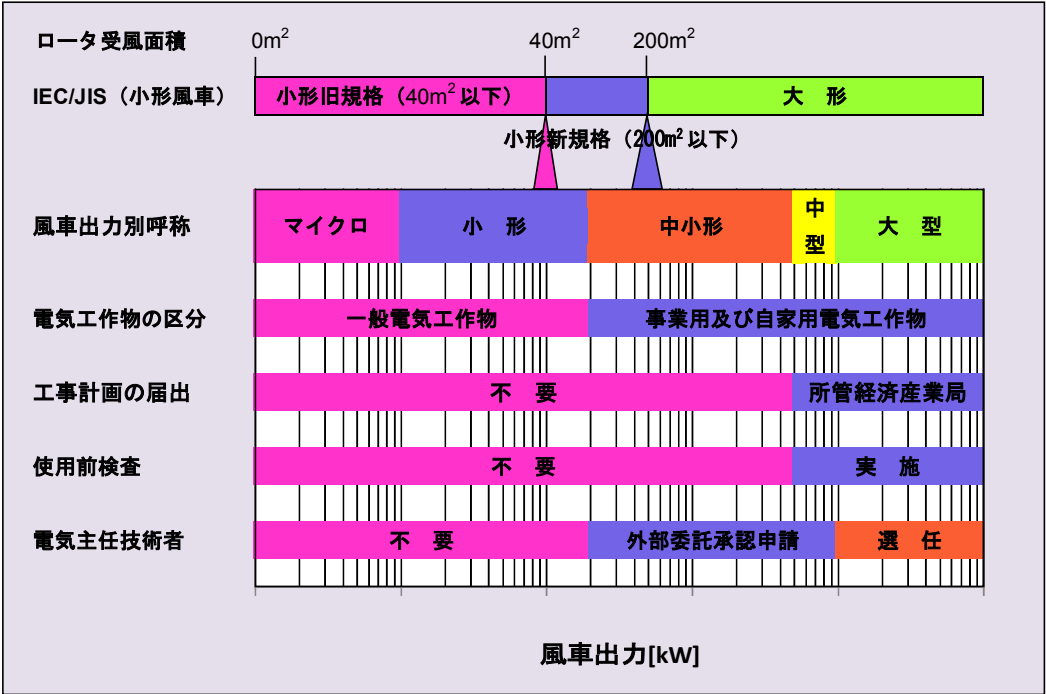



図1.4-1　小形風車の呼称、規模および電気事業法による規制範囲

また、システムの電圧の種別や出力によって電気工作物の区分があり、区分によって設置工事や管理に必要となる手続きおよび提出書類が異なります。

出力規模によっては、設置者が管理責任者となります。詳細はメーカにご相談下さい。

表1.4-1　電気工作物の出力規模別の提出書類

電気工作物	出力規模※1	工事計画	使用前安全管理審査	使用開始届	主任技術者	保安規定
一般用電気工作物	低圧連系 20kW未満	不要	不要	不要	不要	不要
自家用電気工作物	高圧連系 20kW未満	不要	不要	不要	必要（不選任承認※3で可）	届出
	20kW以上 500kW未満	不要	不要	不要	必要（不選任承認※3で可）	届出
	500kW以上 1000kW未満	届出	実施	不要※2	必要（不選任承認※3で可）	届出
	1000kW以上	届出	実施	不要※2	必要	届出

※1：ここでの発電設備は小形風車のみを対象として、最大合計出力を表します。
※2：出力500kW以上の電気工作物を譲渡、借用する場合には使用開始届が必要になります。
※3：不選任承認とは、自家用電気工作物には電気主任技術者を選任する必要がありますが、要件に該当する者（個人事業者及び法人）との間に設備の工事、維持及び運用に関する保安の監督に係る業務を委託する契約を締結し、保安上支障がないものとして産業保安監督部長の承認を受ければ、当該事業場に電気主任技術者を選任しないことができることです。

1.5　Q&A

1.5.1　風車の選定、設置場所の選定について

Q、小形風車は、どのように選定すれば良いですか？

A、
用途によって異なります。
水平軸型のプロペラタイプは発電効率が良く、垂直軸型の風車はとても静かであるなどそれぞれにメリットがあります。実際にはソーラー照明灯の発電補助や、モニュメント・教材として導入されるケースとして多く使われています。

Q、小形風車の選定のポイントは？

A、
小形風車の使用目的を明確にしたのち、設置予定地の風況、各メーカが公表する発電特性や安全性・信頼性（認証の有無）および導入費用等を確認することがポイントです。
それらを複合的に検討し、小形風車の選定を行います。

Q、小形風車は、どこに建てるのが良いのですか？

A、

海沿いの平地や丘陵地など、風況が良好な所に建てるのが望ましいです。

また、風車の周りに風を遮るものがあると性能を発揮できません。

Q、小形風車を一般住宅に建てるときに注意することはありますか？

A、

事前知識がないままに導入してしまい、周囲からクレームを受けるケースがあります。設置後、音がうるさい・振動がする・シャドーフリッカーが発生する・視覚的に違和感を覚える等、事前の検討により予想される問題点を明らかにしておき、万全の準備で導入することが大切です。

Q、小形風車を建物の屋上に設置することはできますか？

A、

マンションの屋上の場合は基本的には設置可能ですが、最終的には屋上の強度や設置スペース、風況等の条件から総合的に判断する必要があります。

また、マンションのベランダなどでは、安全性・騒音・風況等に不利な条件が多いので、設置はお勧めできません。

Q、設置したい地域の風の強さを調べる方法はありますか？

A、

気象庁のアメダスデータやNEDOの風況データ等があります。それぞれの地域での風況については各メーカにご相談ください。

気象庁のアメダスデータ　http://tenki.jp/amedas/?amedas_type=wind

NEDOの風況データ　http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html

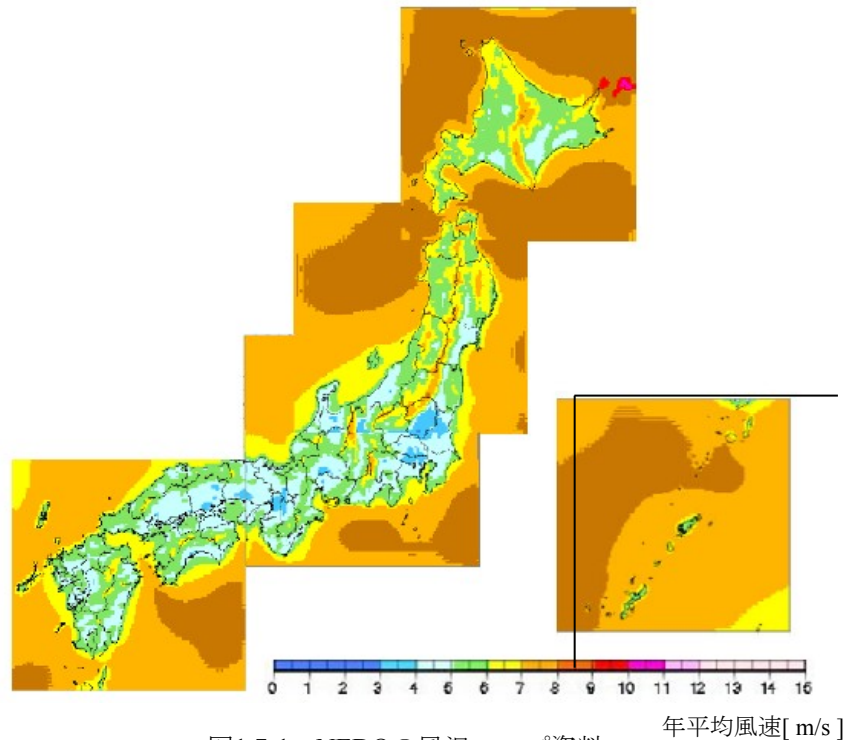



図1.7-1　NEDOの風況マップ資料

Q、風の強さを簡単に調べる方法はありますか？
A、 気象庁風力階級（ビューフォート風力階級）という風力を示す基準があります。ビューフォート風力階級の資料は、 3.2 の表3.2-1に記してあります。 参考までに、風速2 m/sは木の葉が動く程度、風速4 m/sは木の枝が揺れる程度とお考えください。

Q、風の乱れ（乱流）、風向の変化（風向変動）は、小形風車にどのような影響を及ぼしますか？
A、 大気の流れには、大気乱流と呼ばれる風の乱れが含まれていますが、地表面付近では、建物、樹木、複雑な地形といった影響によってさらに乱流や風向変動が強くなる傾向にあります。小形風車はある一定度の乱流強度、風向変動に耐えられるように設計されていますが、乱流や風向変動が想定以上に強すぎると寿命が短くなったり、出力が思ったほど出ない可能性もありますので、注意が必要です。

1.5.2　小形風車について

Q、どの規模の風車を小形風車というのですか？
A、 国際規格（IEC）では、風車受風面積が200m^{2}未満の大きさの風車を指します。この中でも、受風面積が2m^{2}未満の風車は、一般的にマイクロ風車と呼ばれています。

Q、小形風車には、どんな種類があるの？
A、 小形風車には大きく水平軸型と垂直軸型の2種類のものがあります。 ロータの回転が風に対してほぼ垂直なものを垂直軸型、ほぼ水平なものを水平軸型と言います。 また水平軸風車において、タワーに対してロータが風上側にあるものをアップウィンド形式、 風下側にあるものをダウンウィンド形式と言います。

Q、小形風車の発電機の仕組みは？
A、 基本的にはモータの構造と同じです。モータは電気を入力して軸の回転を得ますが、風力発電機では逆に風の力で軸を回し、電気を得ます。

Q、小形風車は、いつも回っているのですか？
A、 小形風車は風がないと回らないので、風がとても弱い時には止まっています。また逆に、台風のようにものすごく風が強い時も安全のため自動的に停止します。（これをカットアウトと言います。）但し、蓄電池が満充電状態の場合は、蓄電池保護の為、風が吹いていても回転を止める機能を有している機種も有ります。

Q、小形風車は、風の向きがかわったらどうなるの？
A、 垂直軸型の小形風車は、風向きに関係なく運転を行いますが、水平軸型の場合は風向きに追従させる必要があります。ほとんどの水平軸型の小形風力発電機には、小形風力発電機と支柱の間に軸受けがあり風向きに合わせて風車が首を振ることができるようになっています。それにより風車は風向に追従する動きをします。

Q、小形風車の安全性は、どのように確保されていますか？
A、 小形風車の設計は、日本工業規格「JIS C 1400-2：小形風車の設計要件」に基づいて行われています。（一部を除く。）この規格は、安全の考え方、品質保証及び技術的な健全性を扱い、規定の外部条件における設計、据付け、保守及び運転を対象に小形風車の安全性に対する要求事項が書かれています。

Q、小形風車で売電はできますか？
A、 系統連系タイプのものならば可能です。 各メーカにお問い合わせ下さい。

1.5.3　設置作業、設置後、メンテナンスについて

Q、小形風車の設置工事に資格は、要りますか？
A、 配線工事をするための電気工事士の資格や高所作業車を運転する資格などが必要です。

Q、小形風車を設置した後の安全性の責任は、誰にありますか？
A、 設置者（ユーザ）に責任があります。

Q、小形風車を施工後にメンテナンスは、必要ですか？
A、 風車は回転機械であるので安全性を確保するためにはメンテナンスが必要となります。定期的に継続したメンテナンスなしでは、風車の耐用年数は短くなります。メンテナンスは、設置者（ユーザ）が行う日常点検とメーカもしくは設置業者等による定期点検があります。メーカが提示する点検項目にしたがって実施してください。 また、蓄電池や制御関係部品でも個別にメンテナンスが必要なものもあります。

2　小形風力発電機（小形風車本体）

2.1　小形風車本体について

ロータ（受風面積が200m²未満）、発電機、カバーや各部品を固定するベース（ナセル）などで構成されるのが小形風車本体です。水平軸風車の場合は、風の方向に風車を向かせる機構（ヨー制御機構）も加わります。また、ロータの受風面積が2m²未満のものはマイクロ風力発電機と呼ばれています。

2.1.1　ロータの分類と受風面積

ロータは、回転軸と風の流れの向きの関係で水平軸型と垂直軸型に分類されています。回転軸が、風の流れ（風向）に対して平行であるものは水平軸風車に分類され、回転軸が風の流れに垂直であるものは垂直軸風車と分類されます。それらの受風面積は下記のように算出されます。

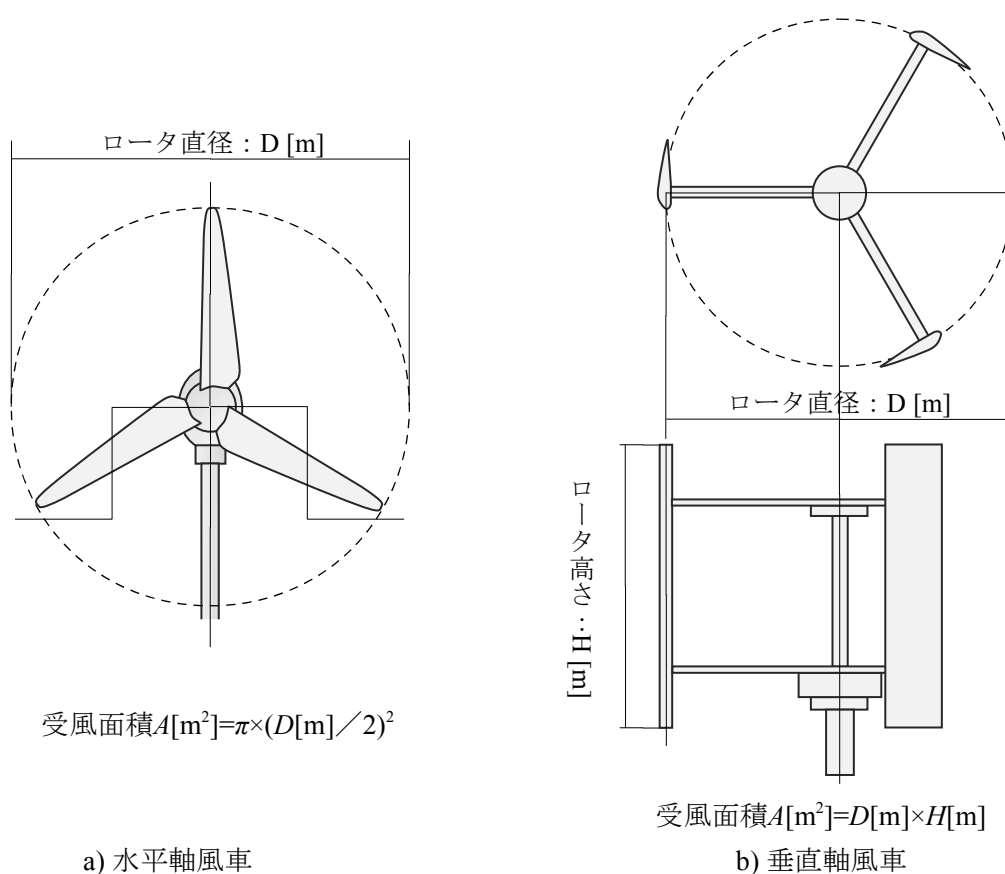



図2.1-1　ロータの受風面積

2.1.2　アップウィンド形式とダウンウィンド形式（水平軸風車）

水平軸風車において、ロータの回転面がタワーの風上側に位置するものをアップウィンド形式、風下側に位置するものをダウンウィンド形式といいます。

a) アップウィンド形式　　b) ダウンウィンド形式

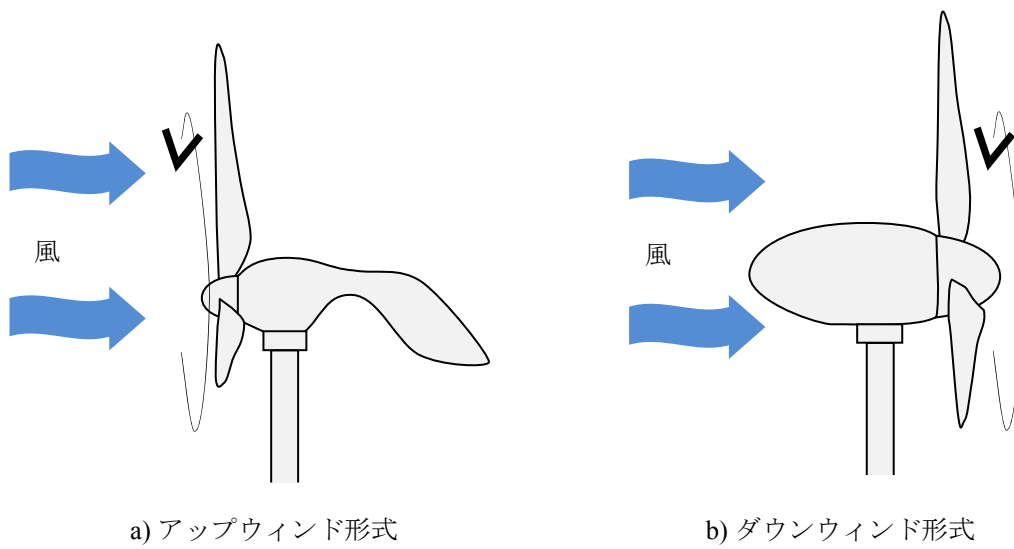
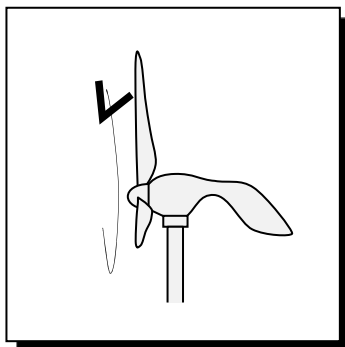
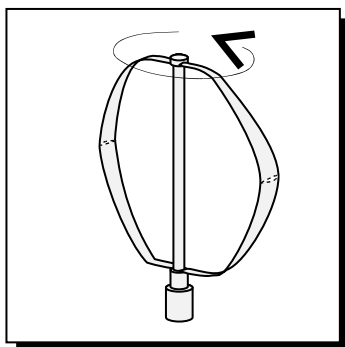



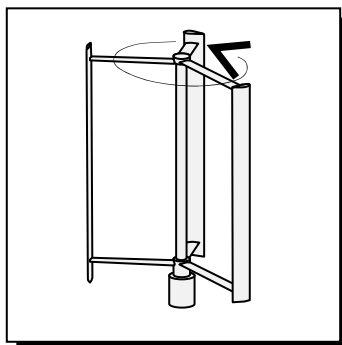
図2.1-2　水平軸風車の形式

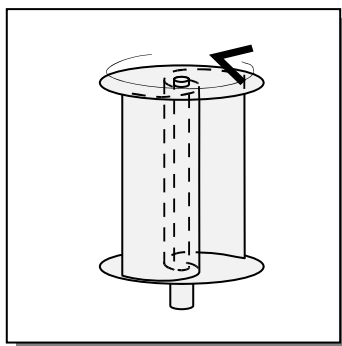
2.1.3　ロータの種類

小形風車本体のロータの種類は色々あり、プロペラ型、ダリウス型、直線翼垂直軸型、サボニウス型などがあります。それぞれの型状により、発電効率や風を捕捉する性能、騒音値などが異なっており、設置場所や用途に合わせて選定しなければなりません。

プロペラ型風車［水平軸揚力型風車］

発電用風車として多く使われています。ブレードの枚数は1～5枚のものと、多くのブレードから構成される多翼型のものがあります。一般的に3枚翼が多くパワーバンドの広い安定した出力が得られます。風向きに対する制御が必要となりますが、強風時に風を受け流す機構と併用できます。

ダリウス型風車［垂直軸揚力型風車］

フランス人により発明された垂直軸風車で、ブレードの形状が縄跳びの縄の曲線になっているのが特徴です。ブレードには遠心力が作用しない設計となっています。自己起動性に乏しいため、サボニウス型風車と組み合わせる工夫がなされています。

図2.1-3　ロータの種類

直線翼垂直軸型風車［垂直軸揚力型風車］

ブレードが垂直に取り付けられ、ブレード断面は対称翼型が一般的ですが、近年の研究開発により、非対称翼型が用いられる風車もあり、さらには自己起動が可能なタイプもあります。

サボニウス型風車　［垂直軸抗力型風車］

フィンランド人の考案による風車で、起動トルクが大きいため起動性は良いですが、回転数は低く抑えられます。

図2.1-3　ロータの種類（続き）

2.1.4　制御方法について

小形風車の発電量は風速の高まりとともに大きくなりますが、定格出力を超える場合、過剰な発電により発電機や各種機器が故障することがあります。このような故障を防ぎ安全に発電するため、小形風車は、ロータの回転数を抑えたり、停止させたりするなどの制御を行います。

小形風車に見られる制御方法としては、下記のようなものがあります。

a) 可変ピッチ制御

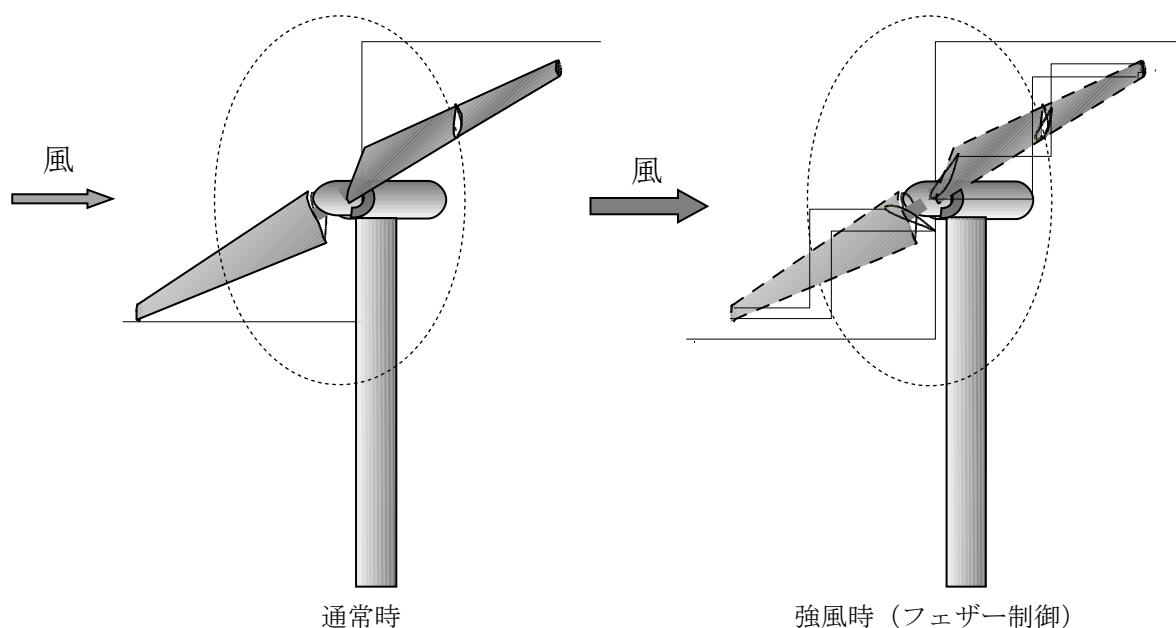
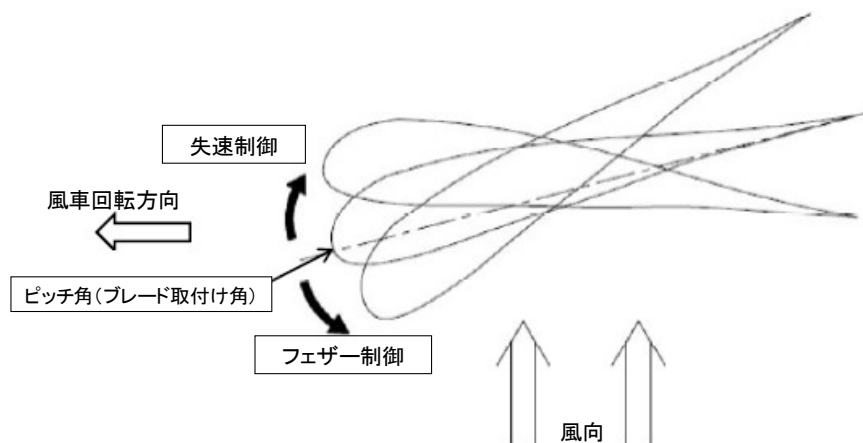
プロペラ型風車において、回転面に対する風車のブレードの取り付け角度を制御することで、発電出力、ロータ回転数を落とす方法です。

a) 風車ピッチ制御（強風時（右）にはブレードをピッチ軸周りに回転し，回転力を低下させる）

b) 風車ピッチ制御のブレードの動き（ブレード断面方向から見た図）

図2.1-4　ブレードの可変ピッチ制御

1) 失速制御

風の入力に対し、ブレードの断面を風向きに垂直方向となるように変化させ、翼を失速させることで、ロータの回転数、発電出力を落とす方式です。

2) フェザー制御（フェザリング制御）

風の入力に対し、ブレードの断面を風向きに対して平行方向となるように変化させ、風車の回転方向の力を低下させることで、ロータの回転数、発電出力を落とす方式です。

b)　ロータ偏向制御

水平軸風車は風の方向にロータを正対させ、発電しますが、風車の機構により、ロータを風向からそらすことでロータの回転数、発電出力を落とす方法です。

1) ロータ上方偏向方式

風が強くなるとロータの受ける風圧力も強くなります。その風圧力を利用し、強風時にとロータの回転面を上方へ偏向し、風に対するロータ投影面積を小さくすることでロータの回転数、発電出力を落とす方法です。

2) ロータ側方偏向方式

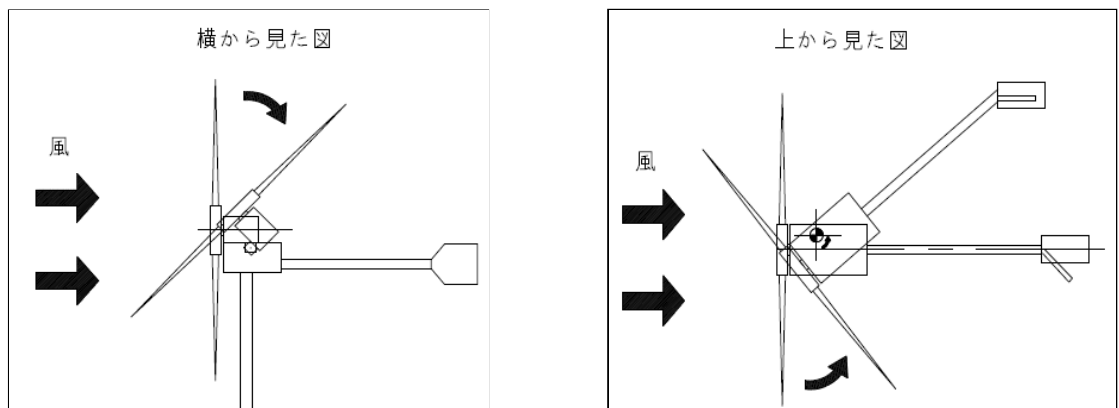
1)と同様に風圧力を使用したロータ面の偏向ですが、ロータの回転面を風向に垂直な方向（側方）へ逃がす方法です。

a)　ロータ上方偏向方式　　b)　ロータ側方偏向方式

図2.1-5　ロータの偏向制御方式

c)　短絡ブレーキによる制御

小形風車本体の発電機の出力端子を短絡することで、発電機の負荷が最大になることを利用して、ロータにブレーキをかけ、停止させる方法です。

しかしロータが過回転している場合、いきなり小形風車の発電機を短絡させることは、発電機に大電流が流れることになり、発電機の焼損・故障の原因につながります。そのため、通常は発電機の負荷を徐々に大きくしていき、回転をある程度落とした状態で短絡ブレーキをかけることにより、安全に小形風車を停止する、制御する方法が取られています。

d)　機械式ブレーキによる制御

強風時にロータを安全に停止させるために、回転軸や発電機にディスクブレーキやドラムブレーキの機構を取り付けて、ロータの回転を手動又は自動で停止させる方法です。

コストや部品の大きさの関係でマイクロ風車に用いることはほとんどありませんが、小形風車の中で比較的大きいものや垂直軸風車には使用されています。

e)　その他の制御方法

その他にも、電気的に制御している風車においては、風車本体を風向からそらすファーリング制御を行う方法や、ブレードの先端部のみピッチ角を制御する方法で、ロータの回転数を制御する等、

様々な方式があります。

2.2　小形風車から発生する音や振動

2.2.1　音

小形風車から発生する主な音は、ロータの回転によるブレードの風切音です。水平軸型の小形風車の場合、高い回転数で運転されるものが多く、風切音を発生することがあります。通常、風切音はロータの回転数の増加とともに大きくなり、［シュッシュッ］という音が発生します。強風時にブレードのピッチを変更させる可変ピッチ風車は、［バタバタバタ］と周期的な音を発生することもあります。

その他の音としては、独立電源タイプの小形風車の場合は、制御コントローラ等の制御機器、系統連系タイプの場合は、PCS等の逆変換装置類において、発電時に発する制御機器関連の音（運転／停止のスイッチ切替音、冷却ファンの音、機器の部品が発振することで生じる高周波音）があります。

住宅や建物内部にPCS等の逆変換装置を設置の際には、その音の特徴を十分に注意し、生活上の妨げとならない場所に設置する必要があります。

最近は各小形風車メーカによっては、騒音を下げる工夫をしているものもあります。例えば、ブレードの形状や表面加工や、風切音を減らすよう低回転の設計にするなど様々な工夫がなされています。ちなみに小形風車の音に関する測定方法は、IEC 61400-11（JIS C 1400-11：騒音測定方法）にて定められています。

2.2.2　振動

振動については、小形・マイクロ風車は住宅やビル等の建物に設置するケースもあるため、小形風車本体、タワーおよび基礎がもつ固有振動数の影響による建物への加振や共振に関して十分注意が必要です。

表2.2-1　小形風車が発生する可能性のある音及び振動の要因

音	ブレードの風切音、PCSや独立電源用のコントローラの運転音・稼働音
振動	ロータの回転に伴う振動の発生、タワーへの伝達 屋上設置、ベランダ等の住宅設置における建物への振動の影響 タワーの共振

2.3　設置事例

2.3.1　系統連系システムの設置事例

a)　スマートグリッド実証試験における利用（地上設置型）

■マイクログリッド実証試験

設置場所 ）鹿児島県黒島

定格出力 ）70kW（風力10kW＋太陽光60kW）

使用負荷 ）島内の電力供給の一部

b)　ルーフトップ（屋上）への設置

■千代田化工建設株式会社
設置場所 ） 神奈川県横浜市
定格出力 ） 1kW
使用負荷 ） ビルへの電力供給

■株式会社リコー
設置場所 ） 大阪市北区
定格出力 ） 16.7kW
（風力11.7kW＋太陽光5kW）
使用負荷 ） 大型ネオン広告塔の電源

c) 家庭用電源としての利用

■京丹後市　個人邸（環境省・京都府・京丹後市の補助により地域約20軒に導入）

設置場所 ）京都府京丹後市

定格出力 ）1kW

使用負荷 ）系統連系

■菱重エステート株式会社（超省エネ住宅を実現する自然エネルギー利用のモデルハウス）

設置場所 ）神奈川県横浜市

定格出力 ）1kW

使用負荷 ）系統連系

2.3.2　その他の事例

a)　無電地帯における利用（独立電源システム）

■赤岳天望荘
設置場所 ）赤岳肩（標高2402m）
定格出力 ）10kW
（風力 500W×8台＋太陽光6kW）
使用負荷 ）浄化槽式水洗トイレの電源

b)　防災・非常用電源としての利用

■福井市森田浄水場（防災公園の位置付け）
設置場所 ）福井県福井市
定格出力 ）13.85kW（風力1kW×5セット
＋風力4kW×2セット
＋太陽光170W×5セット）
使用負荷 ）夜間照明電源・ポンプ電源

■アドベンチャーワールド
設置場所 ）和歌山県白浜町
定格出力 ）460W
使用負荷 ）ナトリウム灯照明の電源

2.4　発電量について

小形風車は、風況によって発電量が異なってきます。当然、風況の良い地域を選択することで、小形風車の発電量を高く得ることができます。

設置場所の風況については、例えば新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のホームページより、風況マップを用いて、風車を設置する場所の年平均風速を推定することができます。⇒　3.3

風況マップにより、設置する地域の年平均風速のデータと、設置を想定している小形風車のパワーカーブ、又は設備利用率が分かっていれば、下図のような流れで、年間発電量を推定することが出来ます。

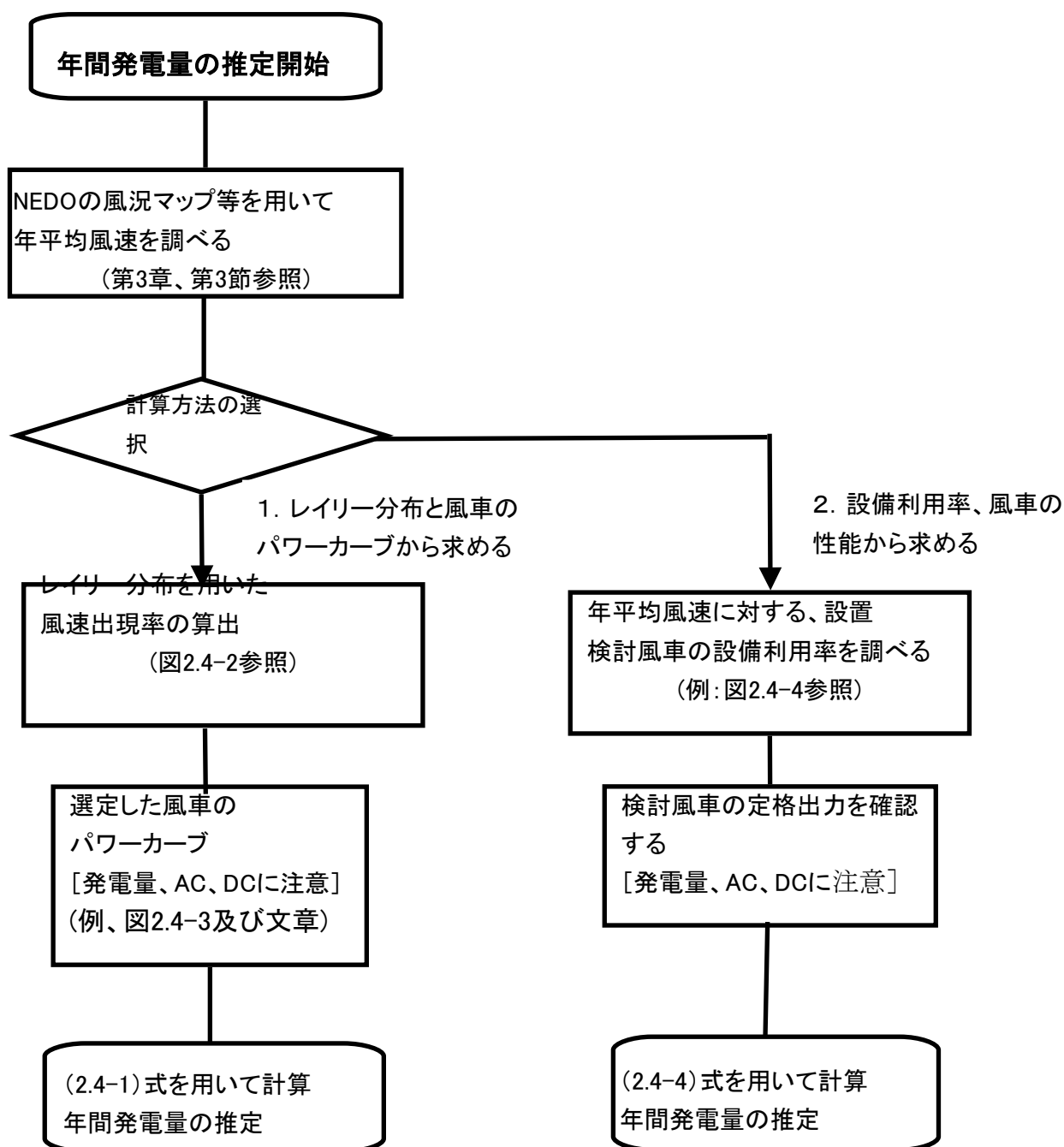



図2.4-1　年間発電量の推定計算の流れ

2.4.1　年間発電量の推定計算

小形風車の年間発電量の推定計算は、小形風車のパワーカーブと設置地点の風車タワー高さにおける風速出現率分布を用いて、以下の式(2.4-1)により求められます。

$$年間発電量_{[kWh]} = \sum (pi \times fi \times 8760) \qquad (2.4\text{-}1)$$

pi：風速階級iの発電出力[kW]

fi：　風速階級iの出現率

風速出現率分布の観測データが無い場合、NEDOの風況マップ等から得られる平均風速とレイリー分布を用いることにより、発電量を推定することが可能であり、導入を検討する際の評価の一つとして用いられます。

レイリー分布の計算式

$$f(V) = \frac{\pi}{2}\frac{V}{\overline{V}^2}exp\left\{-\frac{\pi}{4}\left(\frac{V}{\overline{V}}\right)^2\right\} \qquad (2.4\text{-}2)$$

$f(V)$：　風速V[m/s]の出現率

$\overline{V}$：　年平均風速[m/s]

レイリー分布は平均風速から風速出現率分布を推定でき、簡単なためによく用いらます。年平均風速に対する各風速域の出現率の一例が、下記のグラフになります。

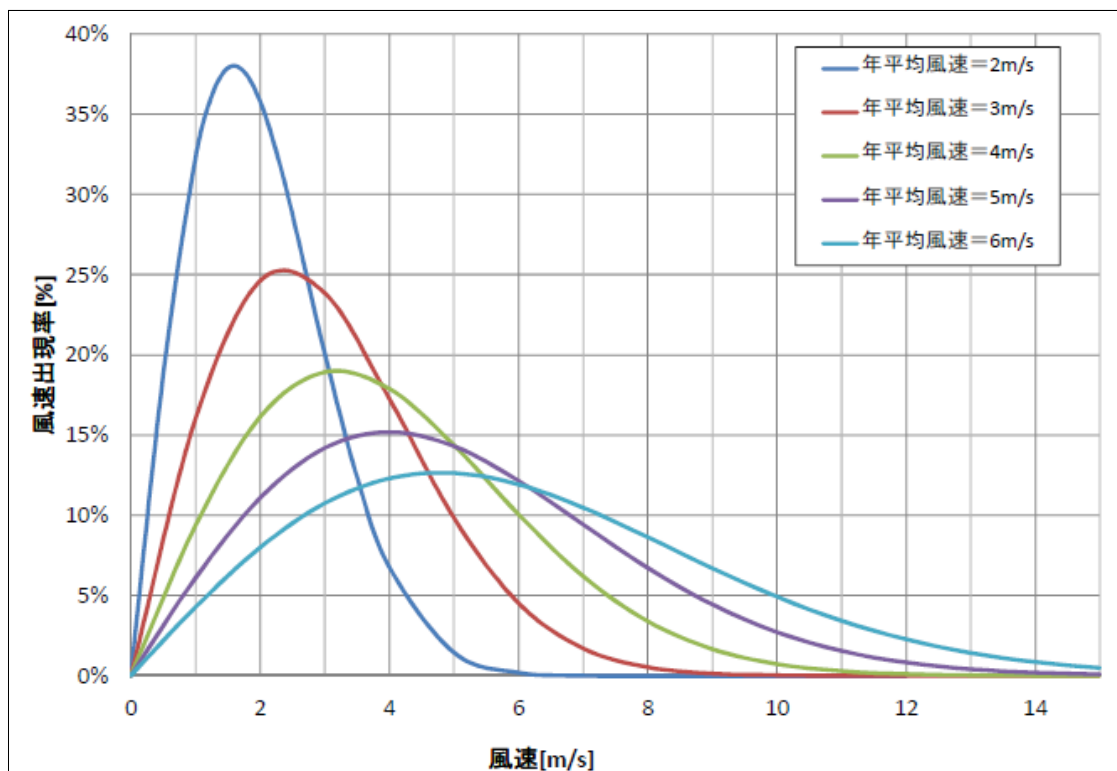



図2.4-2　年平均風速に対するレイリー分布(年平均風速2～6m/s)

レイリー分布を用いて、実際に年間発電量を計算する方法の一つに、メーカから出される小形風車のパワーカーブを用いた計算方法があります。

例えば、ある地点に下記のようなパワーカーブを持つ2kWの小形風車を設置するとします。

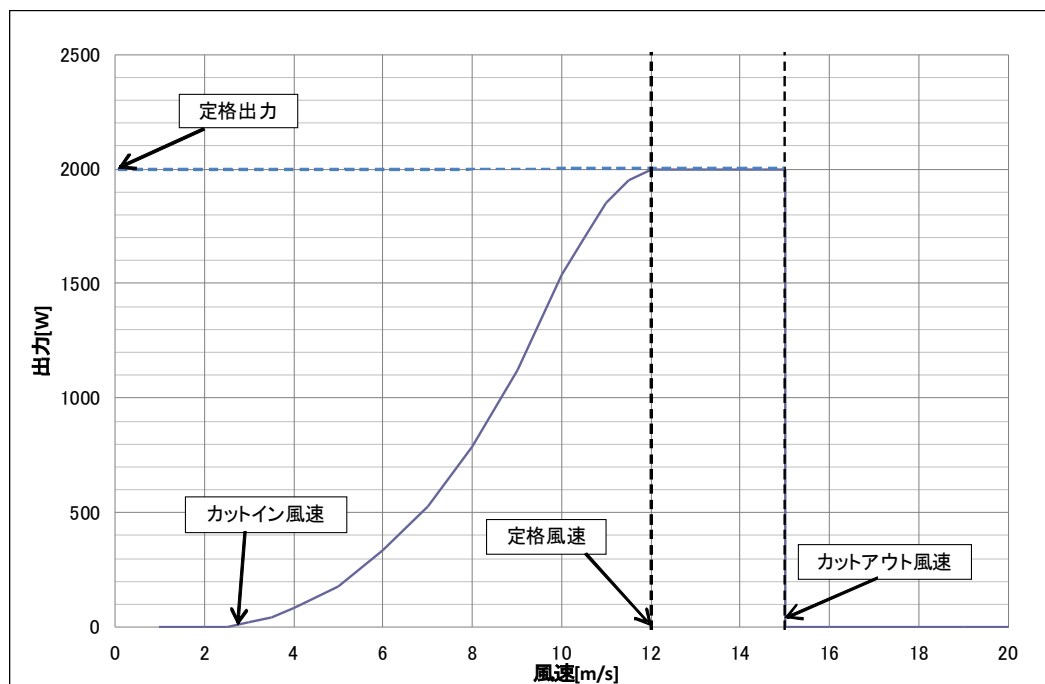



図2.4-3　小形風車のパワーカーブの一例

グラフから、この小型風車の出力は、風速4m/sでおよそ80W、6m/sでおよそ320Wと読み取れます。

地域の年平均風速が3m/sの場合、年平均風速に対する例リー分布から年間の風速出現率は4m/sで約17%、6m/sで約4.5%になります。

各風速の出現率と8760時間および各風速の出力値を掛け合わせ、年間発電量を求めます。年間発電量の推定は、式（2.4-1）により計算することが可能です。

<u>パワーカーブ表記に関する注意</u>

パワーカーブの表記は、風車メーカーにより直流出力（DC出力）と交流出力（AC出力)の2パターンあります。

現段階でパワーカーブ表記にルールはありません。メーカによってどちらで書かれているかを注意する必要があります。もし、パワーカーブが小形風車本体の発電した電力(直流出力、DC出力)を示している場合、一般の交流の電力として使うには、直流の電気を交流へ変換する必要がありますので、その分の電気的ロスを考慮しなければいけません。直流を交流に変換するインバータやPCSの効率は、各メーカや製品によって異なりますので、事前にメーカに問い合わせ、確認しておく必要があります。

2.4.2　設備利用率の計算

2.4.1では、年間発電量を求める式を示しましたが、実際には、発電量を低減させる様々な要因があるため、発電量の推計は各要因を考慮して行う必要があり、主なものとして利用可能率と出力補正係数があります。

そのため、実際の正味年間発電量は次の式で与えられることになります。

年間発電量[kWh] ＝ *年間発電量* x *利用可能率* x *出力補正係数*　　（2.4-3）

利用可能率：　故障修理や定期点検で風車が停止した時間を差し引いた運転可能な時間の割合。

出力補正係数：　地形や障害物の影響による風速や風向の変動によって、平坦な地形で得られる出力曲線より低くなることを見込んだ出力の割合。(建物に囲まれた場所、地形的に風の流れが悪い場所は低く見積もっておく必要があります)

なお、レイリー分布を仮定して求めた年間発電量は過大評価となる場合が多いので、実測データに基づいて推定することが望ましいとされます。

さらに、小形風車導入にあたっての評価項目は、年間発電量だけでなく、設備利用率もあります。

設備利用率は、システムの定格出力に対する利用率を表すものであり、以下の式(2.4-4)により求められます。

$$設備利用率(\%)=\frac{正味年間発電量}{定格出力\times 8760(h)}\times 100 \quad (2.4\text{-}4)$$

2.4.3　小形風車本体の発電量と設備利用率の推定計算

小形風車本体の出力曲線（定格出力2.0kW、4.0kW［どちらも水平軸型風車］）を取り上げ、そこから年間発電量と設備利用率の推定計算を行いました。その結果を表2.4-1に示します。

表2.4-1　小形風車本体の発電量※1と設備利用率の推定計算

項目	年平均風速（m/s）							
	2		3		4		5	
	一般住宅地				海岸沿いの地域			
定格出力(kW)	年間推定発電量（kWh）	設備利用率（%）	年間推定発電量（kWh）	設備利用率（%）	年間推定発電量（kWh）	設備利用率（%）	年間推定発電量（kWh）	設備利用率（%）
2.0	116	0.7	591	3.4	1542	8.8	2924	16.7
4.0	623	1.8	1979	5.6	3986	11.4	6321	18.0

※1：2.0kW、4.0kWのデータは、小形風車本体の出力（DC発電量）になります。

上記の結果をもとに、例として2.0kW（DC）風車における年平均風速と設備利用率のグラフを以下に示します。

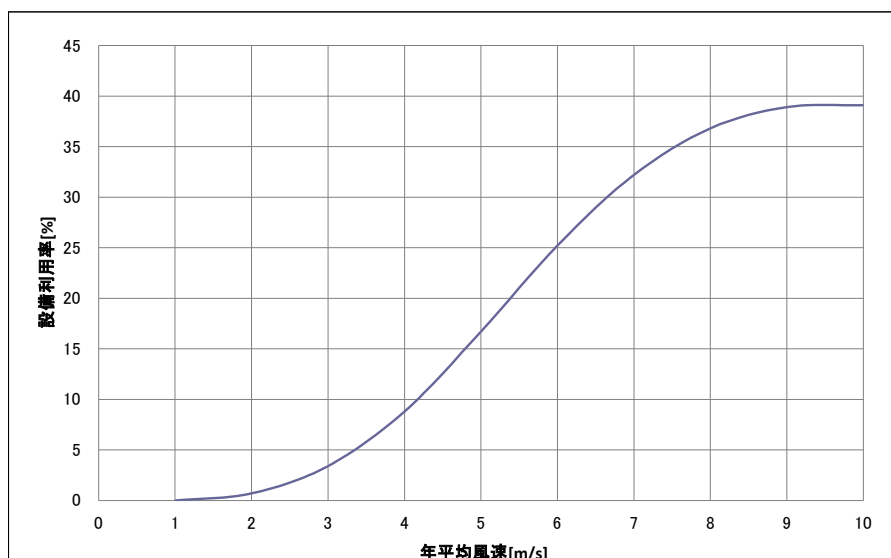



図2.4-4　年平均風速に対する設備利用率の例

2.4.4　売電、及び小形風車導入の初期投資に対する費用の回収（償却）について

これまで、発電量に関して記してきましたが、小形風車の導入時のポイントに購入コストとそれに対する償却期間があります。

以前、太陽光や風力、水力などの再生可能エネルギーにより発電された電気に対しては、「余剰電力の買取制度」によって売電ができました。（ただし、10kW未満の太陽光発電で、余剰配線になっているものは、現在も余剰電力の買取制度と同様の扱いになっています。）これは、再生可能エネルギーで発電した分から自宅で消費した再生可能エネルギーの発電量分を差し引いた電力を電力会社が買い取る制度でした。そのため、どれだけ発電しても自家消費量が発電量を上回っている状況であれば、電気を売ることができません。一方で、平成24年7月から「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が始まり、小形風車からの電気は、条件を満たすことで「全量買取」の対象となりました。（⇒　10 ）全量買取の場合は、小形風車で発電した電力の全量を、一度電力会社が買い取ります。その後、自宅で使用した電力量分を支払います。つまり、電力会社からの電力購入価格と比べて、全量買取の買取価格の方が高く設定されれば、余剰電力の買取制度よりも償却期間が短くなります。

ここでは、全量買取の場合を例に計算式を示します。

電力会社の買取価格（調達価格）は様々な状況を考慮し、経済産業大臣が毎年告示することになっており、年度によって価格は変動します。ここでは仮に1kW当たりx円（x円／kWh）で買い取るものとします。

小形風車の導入にかかる金額は、風車の種類、設置工事費用等により全く異なりますので、仮にa円とすることにします。

小形風車の初期設備投資金額	a [円]
電力会社の全量買取金額	x [円／kWh]
発電した電力量（発電量）	P [kWh／年]

上記より、（$P×x$）が1年間あたりの回収金額となります。

一方で、小形風車に係るメンテナンス費用を年間b円（b円／年）かかったとした場合、小形風車の初期設備投資金額の回収期間y(年)は、下記の通りとなります。ただし、本計算式において金利は考慮されていません。

$$y \geqq a / (P \times x - b) \tag{2.4-6}$$

3　小形風車を設置する地点の風況

3.1　設置希望地点の風特性

風車の出力は、理論的に風速の3乗に比例します。そのため多くの発電量を稼ぐためには、可能な限り風の強い場所に設置することが重要です。また、風向の変動に対しても出力の変動（発電量の低下）が引き起こされることから、風向の変動についてもできるだけ一定の方角からの風が吹く地点に設置することが望まれます。特に風向の変化に対しする小形風車の追従性は、機種により様々であることから、設置予定地点の風向変動に見合った風車を選定することも発電量を稼ぐ一つのポイントとなります。

本章では、風の基本的な特性を述べるとともに、設置希望地点の風特性を知る手助けとなるいくつかの方法について紹介します。

表3.1-1に風特性を知る方法の例について示します。

風は周辺の地形や建物の影響により局所的に大きく変化します。発電量の推定精度を重要視する場合、風特性把握の精度・信頼性が重要となります。この場合、風特性把握は◎印の風観測で行われるべきですが、コストなどの観点から○印の近傍データからの推定も次点の方法として可能です。△印のヒアリング・植生観察はその地域の風特性を代表的に判断する方法なので、風車の導入可能性があるかどうかの初期段階の評価で参考する程度と考えられます。

以降でそれぞれの方法について順に述べますが、これらは基本的には大形風車用に確立されてきた方法であり、小形風車に適用する場合には注意が必要です。各項目では、小形風車に適用する場合の注意点についても述べます。

表3.1-1　設置地点の風特性把握方法

方法	【精度・信頼性】 [◎]：発電量推定可 [○]：適地判定可 [△]：参考	【時間】 [◎]：短時間 [○]：整理時間程度 [△]：半年から1年	【実施費用】 [◎]：ほぼ無料 [○]：高くとも数万 [△]：数万円～
住民からのヒアリング・植生観察（⇒ 3.2 ）	△	◎	◎
NEDO局所風況マップから推定（⇒ 3.3 ）	○	○	◎
近傍気象観測所データからの推定（⇒ 3.4 ）	○	○	◎
NEDOガイドブックにもとづく風観測（⇒ 3.5 ）	◎	△	△

3.2　住民からのヒアリング・植生観察

それぞれ地域での風の有無は、その地域の住民の経験や植生観察が、最初の手がかりとなります。「あの川沿いはいつも風が吹いている」、「あの山の東側は、風が強すぎて大きな樹木が育たない」など風にまつわる話を整理すると地域の風が吹くスポットを大まかに知ることができるかもしれません。表3.2-1に風の強さと視覚的な状態を表すビューフォート風力階級表を示します。階級2、 3のような現象が頻繁に表れる場所では、小形風車設置の適地として可能性が高いです。また、図3.2-1、図3.2-2には、木の成

長状態を示しています。図のような木々の成長がみられる地域では、平均的に風が強いことを示しており、このような地点も風車設置の有望地点です。

表3.2-1　ビューフォート風力階級表

風力	名称	地上10mの風速m/s	陸上の状態	海上の状態
0	平穏	0.0～0.2	煙はまっすぐのぼる	鏡のようになめらか
1	至軽風	0.3～1.5	煙のなびきで風向がわかる	うろこのようなさざ波がでる
2	軽風	1.6～3.3	木の葉が動く	小波の小さなものがはっきりしてくる
3	軟風	3.4～5.4	木の葉や小枝が絶えず動く	小波の大きいもの。波頭が砕けはじめ、ところどころに白波
4	和風	5.5～7.9	砂挨が立ち、紙片が舞い上がる	小波だが波長が長くなる。白波がかなり多くなる
5	疾風	8.0～10.7	樹木が揺れ始める	はっきりした中位の波。波長は長くなり白波がたって、しぶきを生ずる事がある
6	雄風	10.8～13.8	傘が使えなくなる	大きい波が出来始める。いたるところに白く泡立った波頭がひろがり、しぶきを生ずる
7	強風	13.9～17.1	樹木全体が揺れる	波は益々大きく、波頭が砕ける。白い泡が筋を引いて風下に吹き荒れる
8	疾強風	17.2～20.7	小枝が折れる 風に向かって歩けない	大波のやや小さい部類。波長が長くなり波頭が砕け水煙となりはじめる。風下に流される泡筋は明確になる
9	大強風	20.8～24.4	煙突が折れる 瓦が飛ぶ	大波。泡は濃い筋を引いて風下に吹き流され、波頭はのめって崩れ落ち、逆巻きはじめる。しぶきの為視程は悪化する
10	全強風	24.5～28.4	樹木が根こそぎ倒れる	非常に高い大波になり、波頭はのしかかるようになる。 海面は真っ白になり波の崩れ方激しく、視界はしぶきの為悪い
11	暴風	28.5～32.6	滅多に起こらない。家屋、建物が広い範囲で破壊	山のような大波の連続で、中小の船舶は波に隠れて見えなくなることが出てくる。海面は長い白い泡の塊に覆われ、波頭の橋は水煙となり、視界不良
12	台風	32.7以上	大規模な損壊 被害は甚大	泡としぶきで海面白濁、視界は極端に悪化

図3.2-1　強風地域の樹木の傾き例(愛知県豊橋市)

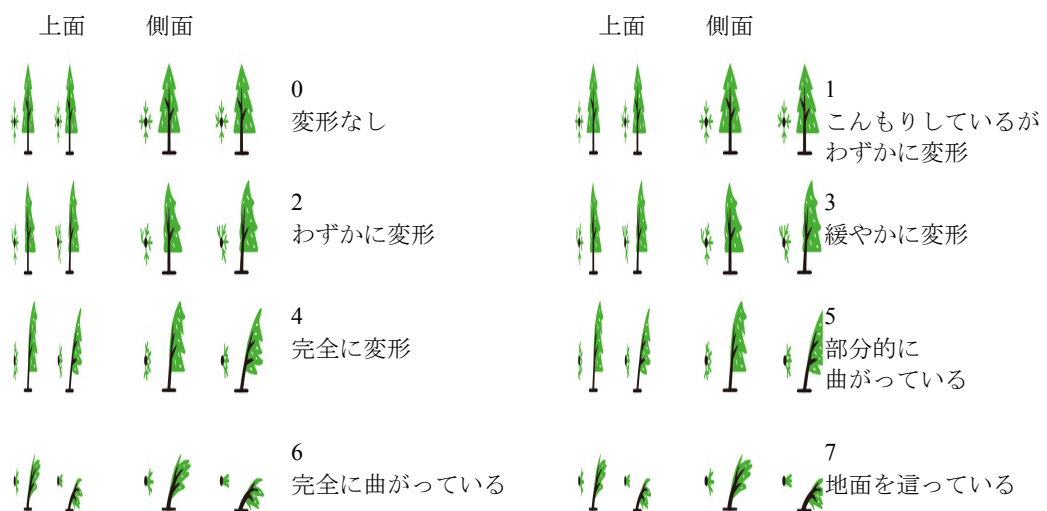



図3.2-2　樹木の形状変化のGriggs-Putnam[1]

このような地域住民の経験や植生などから、風の有無を判断することは可能でありますが、非常に大まかにしかわからないため、より綿密に発電量を推定したい場合には、以降の科学的な方法を用いることをお勧めします。

風力発電で必要とされる風速は、一般的に、感覚的な風速の印象よりも強いことに注意が必要です。無風に近い状態で自転車またはオートバイに乗り、風を体感する事と関係付けて、風力発電に必要な風速がどの程度であるかを考えてみましょう。例えば、小形風車の代表的なカットイン風速である3m/sは、自転車で約10km/hで走行している場合に受ける風と同じとなります。また、風車が定格出力を発生する定格風

速（ここでは、代表的に12m/sを仮定します）は、オートバイで約43km/hで走行している場合と同じになります。つまり、風車がカタログ上の定格出力を発生するためには、オートバイで一般道を走行している際に受ける風と同じぐらい強い風が吹くことが必要であることがわかります。

3.3　NEDO局所風況マップから推定

NEDO風況マップ[2]では、数値シミュレーション技術を用いてその地域の年平均風速が算出されています。もともとこの風況マップは、風力発電の導入促進を目的として、種々の風況観測データをもとに地図上のメッシュに風速階級を示したもので、有望地域の選定や賦存量の算定に用いられていました（1993年、NEDO作成）。

さらに1999年度～2002年度までの4年間をかけて、NEDOにより「局所的風況予測モデルの開発」が行われ、複雑な地形条件下で風の乱れが大きい地域であっても予測できる計算手法を開発し、風況マップをさらに細分化した500mメッシュの「局所風況マップ」が作成されました。この局所風況マップは風力発電の有望地域を選定するツールとして利用することが可能で、NEDOのホームページで容易に閲覧ができます。（NEDO局所風況マップ、http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html ）．図3.3-1、図3.3-2、図3.3-3、に各地方での風速のマップ例を示します。）

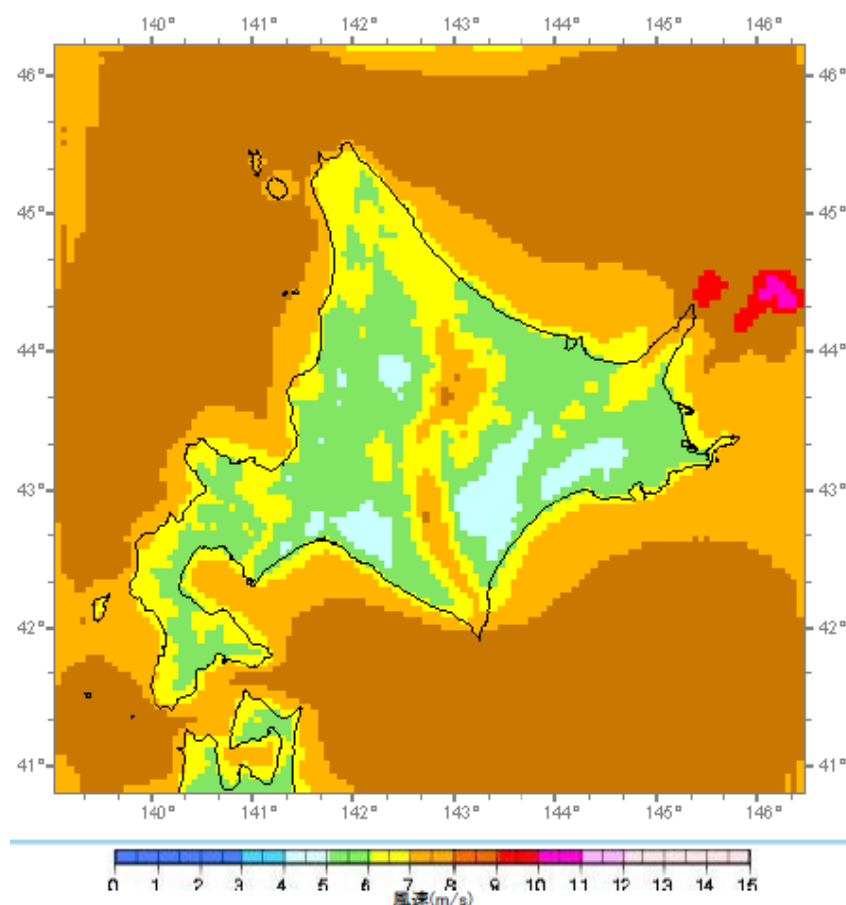
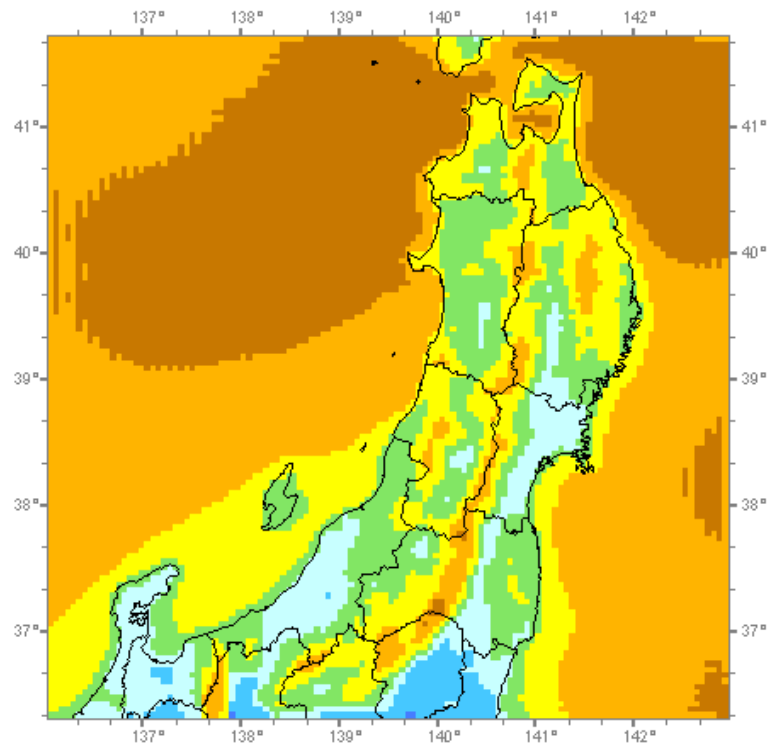



図3.3-1　風況マップの一例（北海道～北陸地方）［地上高30m］

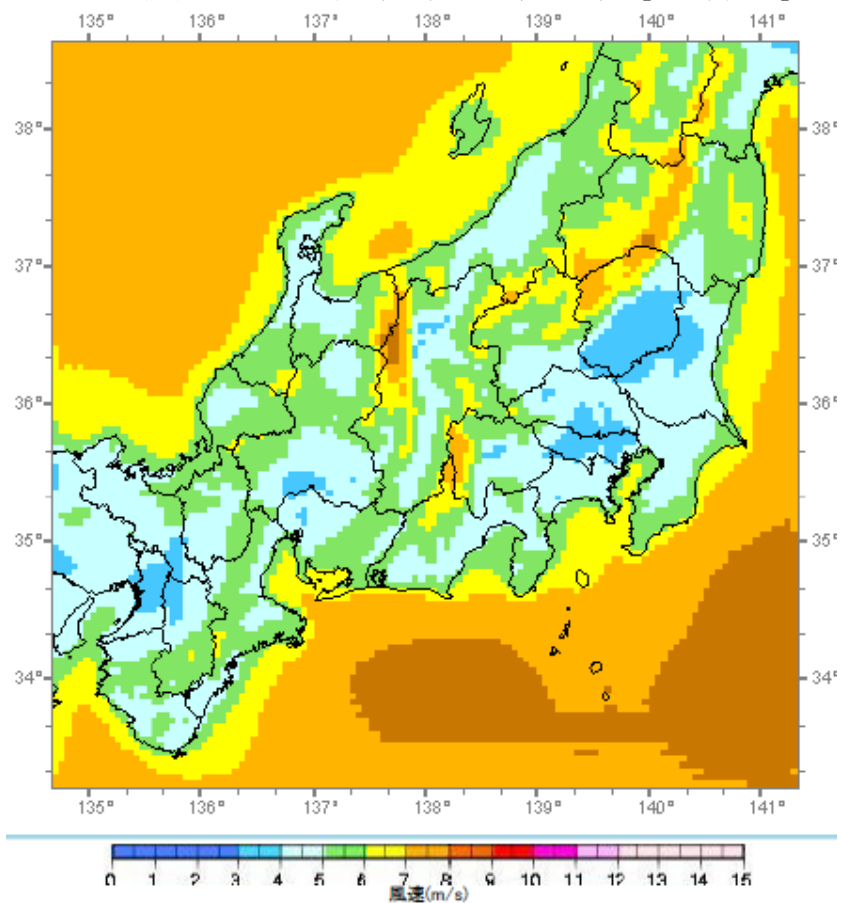
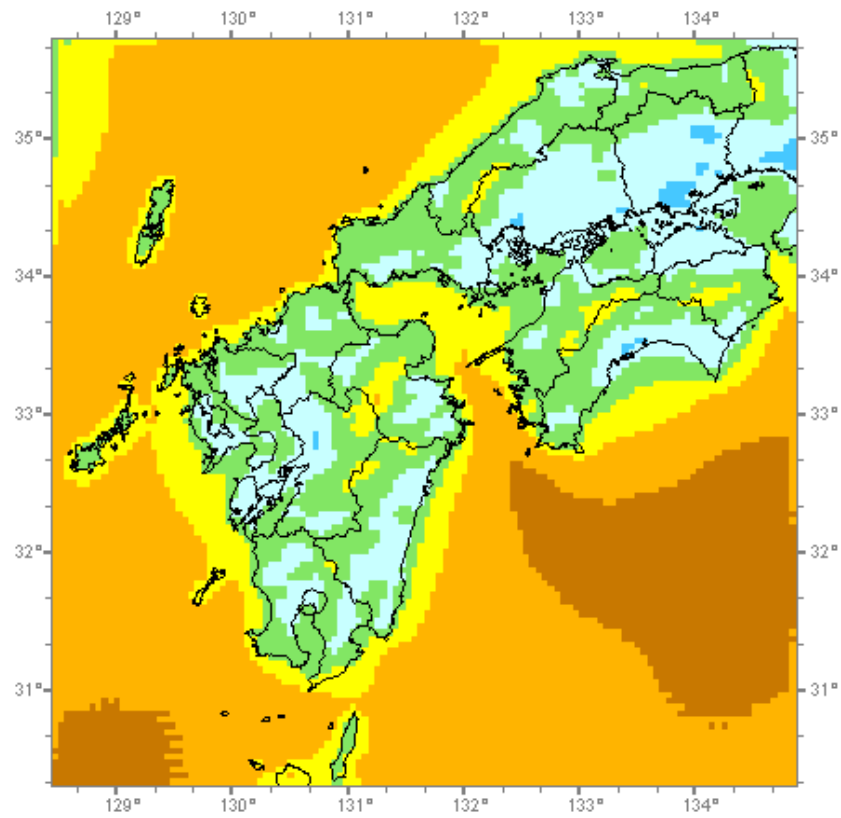



図3.3-2　風況マップの一例（関東～九州地方）［地上高30m］

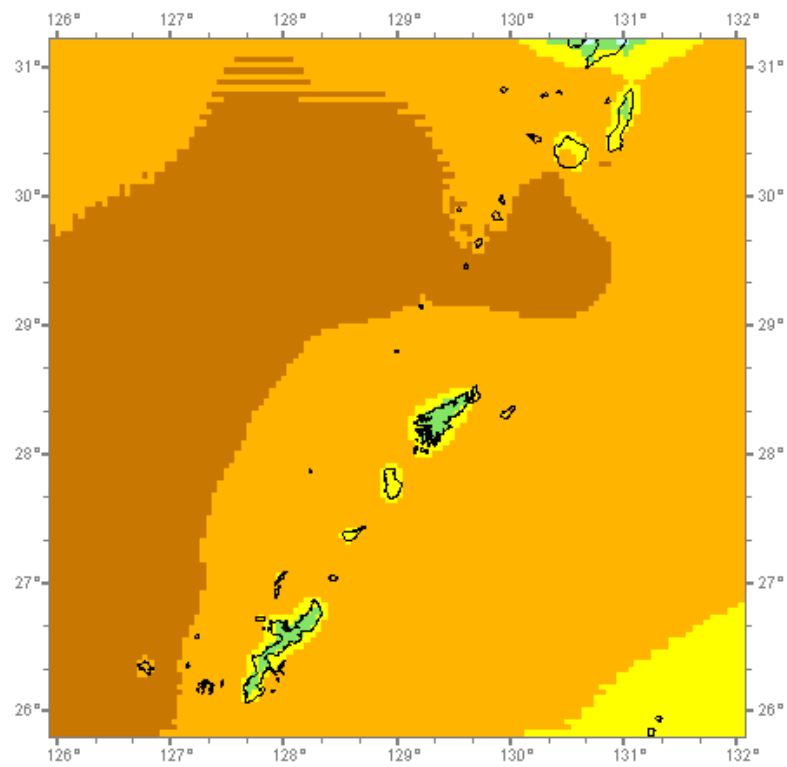



図3.3-3　風況マップの一例（沖縄地方）［地上高30m］

ただし、NEDO局所風況マップで表示される風速値は、あくまでも概算値であり、ある一程度の誤差が含まれていることに注意が必要です（表3.3-1参照）。また、NEDO局所風況マップで表示される風速値は、500mメッシュ内の風速の平均値、または代表値であることに注意が必要です。実際の小形風車の設置地点では、周辺の地形の変化、建物、樹木等の障害物の影響によって、局所的に平均風速が変化します。従って、NEDO局所風況マップで表示される風速値が必ずしも実際の小形風車設置地点において期待できるわけでは有りません。

さらには、小形風車を設置する場合、比較的地上に近い高さ（数m～15m程度）になるケースが多いため、「局所風況マップ」の予測よりも年平均風速が低くなる可能性があります。

風況マップの全体を見ると、風の強い地域が海岸沿いや山岳地域に多いことから、そのような地域で周囲が開けている場所（風が通る場所）に小形風車が設置されている事例が多く見られます。

表3.3-1　局所風況マップと実際の小形風車の設置の条件の違い

内容	局所風況マップの特徴	実際の小形風車の設置
計算風速高度	地上高30m、50m、70mの3点	地上設置の場合、地上から数m～15mくらいの高さになります
メッシュ幅 地形の考慮	500mメッシュ	より地形が複雑な地域、及び住宅地、商業地、森林等で風が遮られる可能性がある地域（風の障害がある地域）の場合（風車設置高度が30m以下の場合）、風速の乱れ（乱流）により、想定よりも風が吹かない恐れがあります
30m以下の高度での風車設置	別途、高度における風速換算式等を用います	

また、NEDOの「風力発電導入ガイドブック」には風速の高度分布として以下の内容が書かれています。

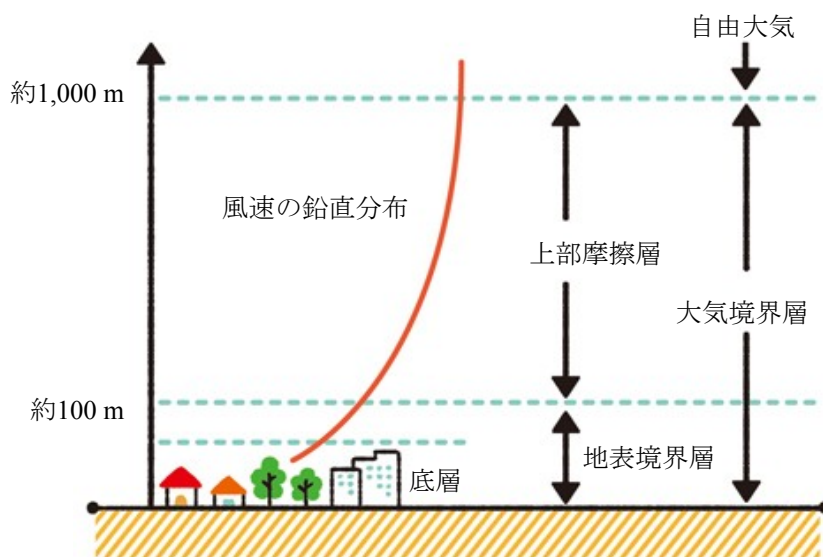



図3.3-4　大気境界層[3]

小形風車が設置される高さは地表境界層（図3.3-4）であり、その層内の風速高度分布については、大気が中立状態の場合には、理論的に「対数則」と呼ばれる計算式が得られます。一方、より簡便な経験則として「指数則（べき法則）」が成り立つことが知られており、以下の式が用いられます。

$$V=V_1(z／z_1)^{1/n} \qquad (3.3.1)$$

V: 地上高zにおける風速[m/s]

V_1: 地上高z_1における風速[m/s]

n: 指数則のべき指数（表3.3-2参照）

表3.3-2 指数則のべき指数nの値[4]

地形状態	n	$1/n$
平坦な地形の草原	7～10	0.10～0.14
海岸地方	7～10	0.10～0.14
田園	4～6	0.17～0.25
市街地	2～4	0.25～0.50
地表近く（10m以下）の高度や、近くに風の障害となる建物や森林（障害物等）がある場合には、nの値を上述より低く設定する必要があります。		

3.4 近傍気象観測所データからの推定

気象庁のホームページ[5]から、アメダスによる各地の過去のデータを閲覧することが出来ます。（図3.4-1）

東京 2010年 （月ごとの値） 詳細（風）

月	風向・風速(m/s)							
	平均風速	最大風速			最大瞬間風速			最多風向
		風速	風向	日	風速	風向	日	
1	2.7	10.3	西北西	13	18.8	西南西	21	北北西
2	2.8	11.8	西北西	06	22.5	北西	06	北東
3	3.2	14.6	南	21	29.2	南	21	北北西
4	3.1	11.8	南南西	02	23.1	南	02	北北西
5	3.2	10.2	南	18	16.7	南南西	18	南
6	2.9	9.3	南西	20	18.4	南南西	20	南
7	3.3	10.5	南	29	22.6	南	29	南
8	3.4	11.4	南南西	12	18.9	南南西	12	南
9	2.9	7.9	北北西	25	18.0	北北西	25	北北西
10	2.5	8.5	北北西	26	17.7	北西	26	北北西
11	2.4	9.5	南西	09	20.0	南西	09	北北西
12	2.7	10.6	南	03	19.8	南	03	北北西

月	風向別観測回数																		各階級の日数（最大風速）			
	静穏	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西	北	不定	≧10m/s	≧15m/s	≧20m/s	≧30m/s
1	0	37	27	10	12	4	6	24	54	36	16	24	22	57	171	195	49	0	1	0	0	0
2	0	81	112	67	24	14	17	33	38	19	1	4	2	22	79	106	53	0	2	0	0	0
3	0	78	102	60	28	17	31	59	44	45	9	5	5	23	60	129	49	0	2	0	0	0
4	0	80	70	53	34	26	27	64	63	55	13	5	4	8	55	104	59	0	3	0	0	0
5	0	25	39	42	30	24	37	114	134	87	16	11	9	12	56	88	20	0	1	0	0	0
6	0	33	47	36	19	21	43	124	144	91	18	16	6	21	34	45	22	0	0	0	0	0
7	2	18	15	10	4	10	43	155	199	125	29	13	12	27	33	30	19	0	2	0	0	0
8	0	18	17	19	10	13	50	161	261	99	20	9	3	17	17	18	12	0	1	0	0	0
9	1	68	49	39	21	22	55	84	92	40	11	11	9	16	40	106	56	0	0	0	0	0
10	1	93	98	78	26	17	16	28	10	4	4	2	3	7	45	222	90	0	0	0	0	0
11	0	67	45	29	27	10	13	30	19	16	11	11	8	41	134	186	73	0	0	0	0	0
12	0	58	38	24	18	10	11	18	30	44	27	15	14	54	155	188	40	0	1	0	0	0

図3.4-1 過去の気象庁の観測データ一例（気象庁ホームページを元に作成）

設置する地域のおおよその風速を知るうえでは、アメダスのデータを参照することも一つの方法では有りますが、アメダスデータを用いて風況を調査する場合は、以下の点で注意が必要になります。

a) アメダスの計測地点は、気象庁ホームページの「地域気象観測所一覧」で検索することによって確認することが出来ますが、各地点における風速計の高さが異なっていることに注意が必要です。アメダスの風速計測高さが、設置する風車高さに比べて高い場合は、アメダスのデータに比べて風速が低くなる傾向があります。

b) アメダスの計測地点の緯度、経度は「地域気象観測所一覧」から確認できますが、その周辺の様子がどのようになっているかまでは確認することができません。建物の影響、木々やその他障害物の影響

など、実際にはアメダスデータの方が低く出ている場合もあります。

c) アメダスは、主として気象観測用のシステムであり、風力発電向けの風観測システムではありません。そのため、参考程度に見る分には構いませんが、実際に設置を検討する場合には、各メーカに相談するなどして、実際に周囲の状況を見てもらうなど、確認をしてもらう必要があります。

3.5 NEDOガイドブックにもとづく風況調査

小形風車設置のための風況調査の方法としては、NEDO発行の「風況精査マニュアル」やその概略が書かれた「風力発電導入ガイドブック（NEDO）」等が参考になりますが、これらの参考資料は主として大形風車向けに作成されたもので、観測高さ、周辺障害物の影響などが実際の小形風車の設置状況と異なるため注意が必要です。これらの風況調査は、実施に高額な費用がかかるうえ、測定期間が最低でも1年程度は必要となるため、小形風車を導入する場合においては風況調査を行うだけでも大変です。小形風車の導入の場合、通常風況調査は実施しないことが多いのが現状です。

3.6 小形風車特有の設置場所について

風は、先に述べた通り高度が高くなると強くなる傾向があります。そのため小形風車特有の設置場所として、ビルの屋上や家の屋根の上などが挙げられます。ビルの屋上の場合、地面よりも風速が高くなる傾向にありますが、建物の形状、風向によっては、乱れが非常に強くなり風向変動も大きくなる場合がありますので注意が必要です。ビルの存在により上空の流れが陸上に流れ込むビル風などを利用するというようなアイデアもありますが、この場合にも変動が大きくなる可能性が高いため耐久性、信頼性の高い風車を選定する必要があります。また、家の屋根に設置する場合も、風が加速される可能性がありますが、風向によっては風下側に風車が設置されることになり、大きな流れの渦の中で運転する状況に晒され、これにより乱れが強くなり風向変動も大きくなる可能性や、さらには風速が低下する可能性もありますので注意が必要です。また風速が大きくなる例として崖や山の頂上においては、縮流風の効果で増速する場合もあります。

表3.5-1 NEDOの風況精査方法の概略（抜粋）

項　目		記述内容・仕様
観測期間		季節の変動を考慮するため、1年以上が望ましい。 ただし、周辺の気象台との相関関係を得ることで、3か月程度の計測と気象台の年平均風速を補正して推定することも可能。
観測位置		風車設置候補地点とする。 候補地点が多数ある場合、あるいは未定な場合、当該地域の代表的な風況特性が取得できる地点とする。
観測高度		設置する風車のハブ高での観測が望ましい。
観測項目		・平均風速　・卓越風向　・最大瞬間風速　・風速の標準偏差
サンプリング周期		1～3秒
平均化時間		原則10分
観測装置	風速計	カップ式（三杯型）、観測幅1～60m/s 分解能0.5m/s以内（4.5～60m/s）精度±5%以内　等

項　目		記述内容・仕様
	風向計	矢羽式　起動風速1.5m/s以内　分解能10度以内　精度±5度以内　等
	記録器	データロガー
上記内容は、NEDOの風況精査方法の一部を抜粋したものです。上記内容の詳細、付帯事項、観測データの処理方法、評価の方法に関しては「風況精査マニュアル」、または「風力発電導入ガイドブック」をご参照下さい。		

3.7　補足・注意事項

小形風車の導入を考える場合、上記計算式や「NEDOの局所風況マップ」等でその地点の年平均風速を予測できますが、周辺の地形や建物の影響など、風を遮る障害がある場合など、想定していたほど風が吹かないケースもあるため、事前に小形風車のメーカへの問い合わせや専門家への相談を実施することが推奨されます。

《使用文献・参考文献》

[1]：Nelson V. C., Wind Energy: Renewable Energy and the Environment, CRC Press. （2009）
[2]：NEDO 局所風況マップ, ［ http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html ］
[3]：NEDO 風力発電導入ガイドブック, 2008年2月改訂第9版
[4]：石崎潑雄　「強風時における突風の拡がりと突風率について（1962）
[5]：気象庁ホームページより, 過去の東京の風速・風向データ

4　タワー(支柱)及び基礎について

本章では、「タワー」と「支柱」の2つの表記がありますが、法令や規格書に従って記述しています。そのため、「タワー」と「支柱」は同意語として併記もしくはどちらかが記述されます。

4.1　タワー(支柱)の種類

材料としては鋼管が用いられることが多いですが、中には電柱用として使用されているような鉄筋コンクリート柱も使用されています。

小形風車本体を設置するためのタワー(支柱)の支持方法としては、モノポール方式、支線（ガイワイヤ）方式、壁取付け方式、屋上（陸屋根）の置き基礎方式が挙げられます。

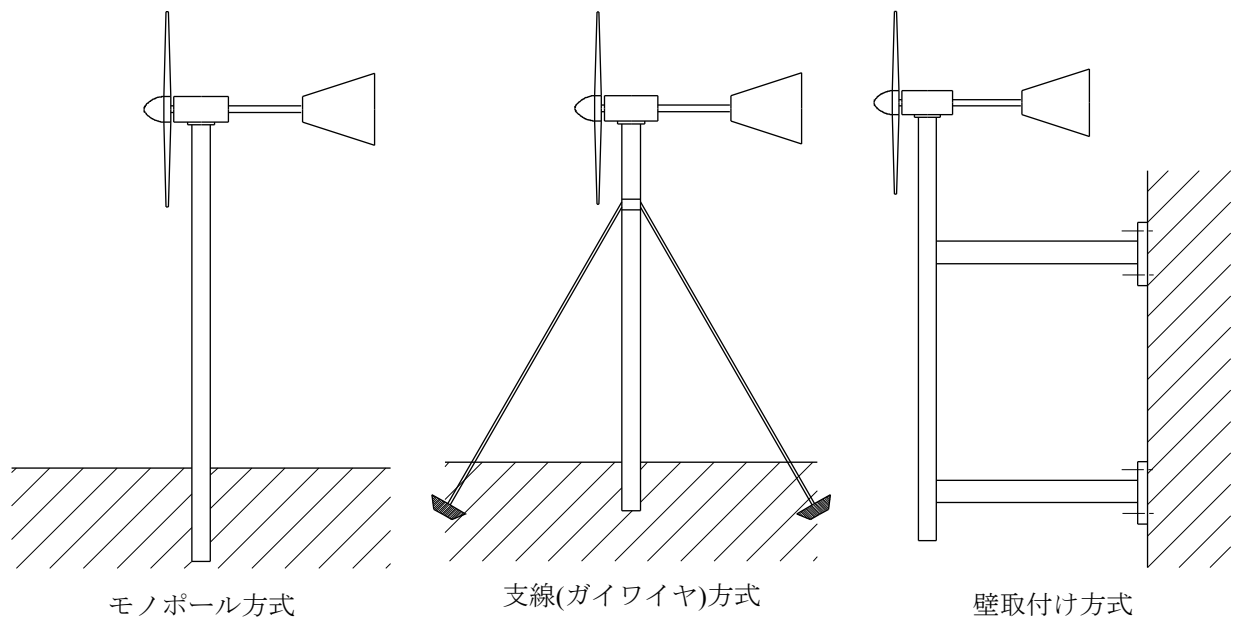



図4.1-1　タワー（支柱）の支持方法の種類

4.2　基礎の種類

支柱を支える基礎は、壁取付け、置き基礎方式以外は、主に「杭基礎方式」「直接基礎方式」「ケーソン基礎方式」が挙げられます。

a)　杭基礎方式（埋め込み基礎方式）

地中に埋め込まれた柱に作用する土圧によって、支柱地上部から発生する転倒モーメント、せん断力に対して耐える基礎方式。

b)　直接基礎方式

支柱の転倒モーメントを柱に固定した重量物の自重によって耐える構造。支持層が浅い場所で主に利用される基礎方式。中には屋上（陸屋根）での支柱設置に用いられる。

c)　ケーソン基礎方式

支持層が深く、支柱の転倒モーメントが大きい場合に用いられる方式。支柱の転倒モーメントを柱に固定した重量物の自重さらには基礎側面に作用する土圧によって耐える構造。

直接基礎、ケーソン基礎については主にコンクリートによって施工されます。各基礎方式は、地形および地質条件、施工条件、環境条件などを勘案し、選定されます。

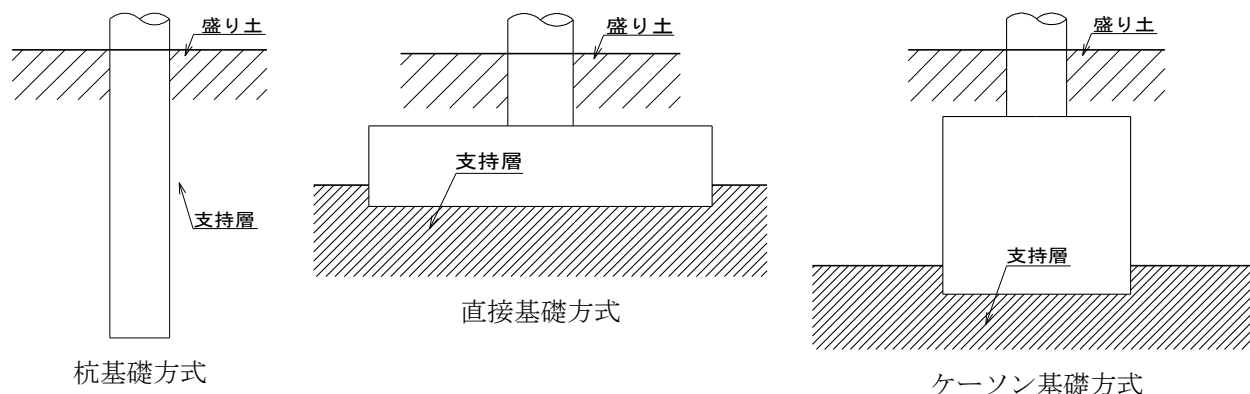



図4.2-1　基礎の種類

4.3　タワー（支柱）に関する設計要件

4.3.1　関連法規

小形風車のタワー（支柱）を建設するにあたり、関連する法規について以下に示します。

a)　電気事業法[1]

電気事業法は、電気事業法（法律）、電気事業法施工令（政令）、電気事業法施行規則（省令）、経済産業省（通商産業省）告示等で構成され、電気工作物は、一般用電気工作物と事業用電気工作物とに区分されています。電気事業法で出力20kW未満、電圧600V未満の風車は一般用電気工作物として取り扱われ、電気主任技術者の選任、保安規定の作成、工事計画書の届出、使用開始の届出共要求されない風車に分類されます。

電気事業法では風車を支持する工作物の構造・性能・施設条件として、次の内容が記載されています。

- 風車を支持する工作物は、自重・積載荷重・積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。
- 風車を支持する工作物は、支線を用いてその強度を分担させないこと。ただし、風車の定格出力が20kW未満のもので、支線を用いない場合において、耐えるべき風圧荷重の1/2以上の風圧荷重に耐える強度を有する場合は、この限りでない。
- 凍結、着雪、塩分及び塵埃の付着等による著しい腐食等が生じないように考慮すること。風速変動、回転数変動等により、著しい振動が生じないよう考慮すること。

b)　建築基準法[2]

建築基準法は、建築基準法（法律）、建築基準施行令（政令）、建築基準法施行規則（省令）、国土交通省（建設省）告示で構成されます。そのうち工作物の指定（施行令第138条）項は、次の通り規定されています。

（工作物）第百三十八条　煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法八十八条第一項の規定により政令で指定するものは次にあげるもの(鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものを除く。)とする。

一　高さ六メートルを超える煙突（支枠及び支線がある場合においては、これらを含み、ストーブの煙突を除く。）

二　高さ十五メートルを超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他類するもの（旗ざお並びに架空電線路用並びに電気事業法第二条第一項第十号に規定する電気事業者及び同項十二号に規定する卸供給事業者の保安通信設備用のものを除く。）

三　高さが四メートルを超える広告塔、装飾灯、記念塔その他これに類するもの

四　高さが八メートルを超える高架水槽、サイロ、物見塔その他これらに類するもの

五　高さが二メートルを超える擁壁

高さが15mを超える風車を支持する工作物は、建築基準法第88条で準用される各規定に適合していることが必要です。また、風車用支柱を広告塔、装飾灯、記念塔とする場合も同様に、建築基準法第88条で準用される各規定に適合しなければならないので注意が必要です。なお、屋上設置においても前述した地上設置と同じ扱いになります。

4.3.2　設計規格

小形風車のタワー（支柱）設計を行うにあたってのフローを図4.3-1に示します。

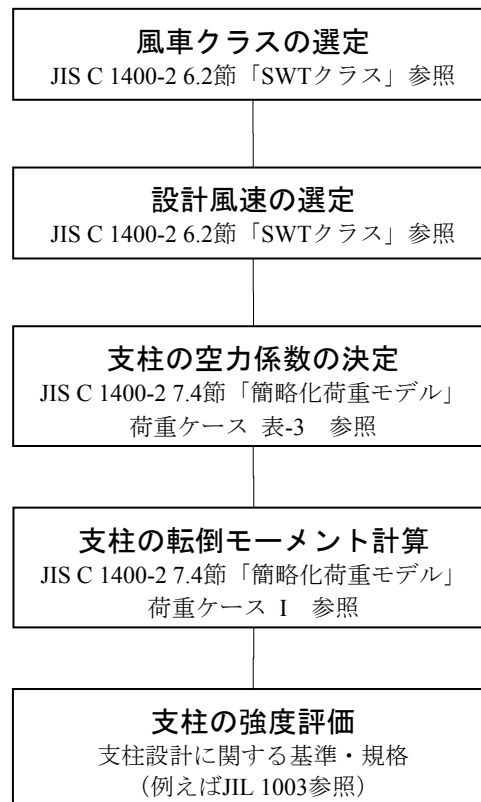



図 4.3-1 支柱設計フロー

支柱の設計については、前述した法的事項を理解し実施されます。各部の具体的な設計内容は、学会や工業会の規格に準拠します。

特に、小形風車に関する規格として、小形風車の性能と安全性に関する規格（JSWTA 0001：2011 日本小形風力発電協会）が発行されています。

本規格は、小形風車の安全性、信頼性、性能、騒音特性に関する評価方法及び最小限の設計要求事項が記述されており、支柱の設計についても以下のように記述されております。

【JSWTA 0001 1章（一般事項）より抜粋】[3]

「支柱及び基礎は、この規格で記述されている規定に準拠すると共に建築基準法やその他支柱設計に関する基準・規格･設計指針又は導入手引書（日本小形風力発電協会）により設計を行うことが望ましい。」

このような背景から、本書では、支柱の設計に関する要件の一部を紹介します。

a) JSWTA 0001における支柱設計要件

JSWTA 0001で規定されている支柱に関する設計要件は、以下のとおりです。

【JSWTA 0001 4章（強度および安全性）より抜粋】[3]

「支柱は、当該風車において設定されたSWTクラスの50年間極値風速に耐えられる強度とする。

支柱と風車本体の共振が起きないことを確認することが望ましい。なお、強度の確認にあたって、支

柱と基礎部の接続部は完全な剛体と仮定するものとする。」

このように当該規格では、支柱の強度設計について、規定された風速における風圧荷重に耐えることとなっています。（小形風車本体に作用する風圧荷重についても、JSWTA 0001 4章を参照のこと。）

支柱設計における基準風速は、小形風車の標準規格である「風車-第2部：小形風車の設計要件(JIS C 1400-2(2010) 」の6.2節に記載の小形風車クラス（SWTクラス）に準じて定められます。表4.3-1にSWTクラスについて示します。

表4.3-1　SWTクラスの基本パラメータ　(JIS-C-1400-2, 2010)

SWTクラス	I	II	III	IV	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30	設計者が定める値。
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6	
I_{15} (ー)	0.18	0.18	0.18	0.18	
- 上記の値は、ハブ高さにおいて適用する。 - I_{15}は、風速15 m/s時の乱流強度の無次元特性値。					

こSWTクラスとは、小形風車を設計する際の基本パラメータの一つであり、例えば強風地域での利用を考慮する場合は、SWTクラスI またはIIが選定されます。

またJIS C-1400-2(2010) 6.3.3.2節では、50年間極値風速(V_{e50})について以下の式により求めることが記述されています。

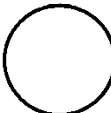
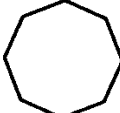
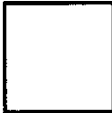
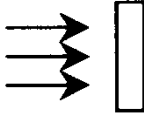
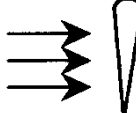
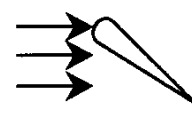
$$V_{e50} = 1.4V_{ref}\left(\frac{z}{z_{hab}}\right)^{0.11} \tag{4.3-1}$$

z:　観測高さ(m)

z_{hab}:　風車ハブ高さ(m)

式によると、50年間極値風速(V_{e50})は、観測高さとハブ高さが同じであれば、V_{ref}の1.4倍となります。例えば、SWTクラスIの支柱における設計風速は、50m/s×1.4倍＝70m/sとなり、SWTクラスIIの支柱における設計風速は、42.5m/s×1.4倍＝59.5m/sとなります。

次に支柱の風荷重の算出方法について示します。

支柱の風荷重(F)の算出式は、以下の通りとなります。（※JIS C 1400-2 (2008) 7.4.9節より）

$$F = C_f \frac{1}{2}\rho V_{e50}^2 A_{proj} \tag{4.3-2}$$

C_f:　空力係数(表4.3-2参照)

A_{proj}:　風向に直角な面上に投影された構成要素の面積

なお、風荷重算出における空力係数(C_f)は、下表のように示されています。

表4.3-2　空力係数C_f　(JIS C 1400-2 (2010) 7.4.10節より)[4]

特性長さ＜0.1 m	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	2.0
特性長さ＞0.1 m	0.7	1.2	1.5	1.5	1.5	2.0

支柱の強度検討は、上記の風速および空力係数のもと、風荷重を算出することで行われます。

この風荷重をもとに支柱の曲げ･転倒モーメントを算定し、柱の高さ位値による断面、さらには基礎との固定部（ベースプレート、根元リブ）についての応力評価を行います。

なお、応力評価からの強度判定基準などは、建築基準法やその他支柱の設計に関する基準・規格･設計指針を適用します。

なお、支柱の強度計算における計算例は、照明ポール強度計算基準（JIL 1003:2009 社団法人　日本照明機器工業会）によって示されています。

4.3.3　設置における特徴的な注意点

a)　屋上設置

屋上に小形風車を設置する場合においては、小形風車の振動が建屋に伝搬する恐れがあるため、基本的には置き基礎方式が用いられます。置き基礎方式の場合、小形風車が受ける風圧荷重による転倒モーメントに十分耐えられるような基礎構造(設置面積、自重)が必要となりますが、既存の建物の屋上に小形風車を設置する場合においては、事前に建物の設計者との確認を行うなど、建物自体の強度や防水性に影響が出ないよう十分配慮する必要があります。なお、建物の屋上への積載荷重については、建築基準法(施工令第85条)によって以下のように定められています。

表4.3-3　建築基準法施工令第85条(積載荷重)[2]

室の種類 ／ 構造計算の対象	(一) 住宅の居室、住宅以外の建築物における寝室又は病室	(二) 事務室	(三) 教室	(四) 百貨店又は店舗の売り場	(五) 劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他これらに類する用途に供する建築物の客席又は集会室		(六) 自動車車庫及び自動車通路	(七) 廊下、玄関又は階段	(八) 屋上広場又はバルコニー
					固定席の場合	その他の場合			
(い) 床の構造計算をする場合（単位 ニュートン／m²）	1,800	2,900	2,300	2,900	2,900	3,500	5,400	三から五までに掲げる室に連絡するものにあっては、五の「その他の場合」の数値による。	一の数値による。ただし、学校又は百貨店の用途に供する建築物にあっては、四の数値による。
(ろ) 大ばり、柱又は基礎の構造計算をする場合（単位 ニュートン／m²）	1,300	1,800	2,100	2,400	2,600	3,200	3,900		
(は) 地震力を計算する場合（単位 ニュートン／m²）	600	800	1,100	1,300	1,600	2,100	2,000		

b)　支柱の振動

小形風力発電機の支柱は、支柱のトップ位値に高速の回転構造物が設置されていることから、振動について注意する必要があります。

設置後、異常な振動状況が確認された場合は、「設計よりも大きな加振力が作用」や「加振周波数と固有振動数とが近い」などが考えられますので、これらを見極め、対策を検討する必要があります。

試運転時の確認項目及び対策例を表4.3-4に示します。

表4.3-4　試運転時の確認事項及び対策例　(TR C 0045: 2006より[5]、一部抜粋)

	項目	内容
1	振動数	設計した固有振動数に対して許容できる範囲に収まっているかを確認する。 許容できないレベルの場合には、ロータ回転及び、タワー後流に現れる渦(カルマン渦)の作用で共振し、重大な事故に発展する可能性があるので、タワーや支持部の剛性を改善したり、振動を発生しにくくするための改修が必要になる。不明な場合には、専門家に相談する。
2	ロータ加振	設計上想定しているよりも大きな振動が発生している場合、小形風車の寿命を著しく低下させ、重大な事故に発展する場合がある。代表的な振動の発生要因及びその振動低減方法の例をa)～c)に示すが、設置段階で最も生じやすいのはa)である。なお、一般にブレードの数が少ない方が、1枚のブレードに力が集中するので、大きな振動が発生しやすくなる。 a) ブレードの設定角度誤差大　→適切な角度に再設定する。 b) ブレードの形状変化(表面の傷など)　→表面の修理、もしくは取り換えなど。 c) ロータの重心偏差　→適切なブレードに取り換える。

《使用文献・参考文献》

[1]：電気事業法

[2]：建築基準法

[3]：JSWTA 0001 (2011) 「小形風車の性能及び安全性に関する規格」

[4]：JIS C 1400-2(2010) 「風車―第2部：小形風車の設計要件」

[5]：TR C 0045: (2006) 「小形風車を安全に導入するための手引き」

5　小形風車の性能および安全性について

5.1　小形風車本体の認証制度の概要

a)　認証制度の意義、目的

小形風車は、JIS C 1400-2（風車―第2部：小形風車の設計要件）の工業規格に準じて設計および関連試験が実施され、JIS C 1400-11（風力発電システム―第11部：騒音測定方法）およびJIS C 1400-12-1（風車―第12-1部：発電用風車の性能試験方法）に準じて騒音計測試験および性能試験を行う必要があります。

また、試験等によってその性能や安全性が確保できているかは、日本小形風力発電協会が策定したJSWTA 0001（小形風車の性能および安全性に関する規格）に従って、第三者認証機関により型式認証審査が行われ、すべての審査項目を満たしていることが確認されたもののみ、型式認証機器として認められます。

b)　認証審査対象

この認証制度の審査対象となる部分は、小形風車本体、タワー、制御装置、インバータ、ケーブル類及び断路器、装置及び運転マニュアル（説明書）となります。なお、パワーコンディショナについては、別途性能および安全性を担保するための認証が行われる予定です。（平成26年度から実施予定）

c)　認証制度の体制

小形風車の認証制度の体制は図5.2-1に示す通りです。

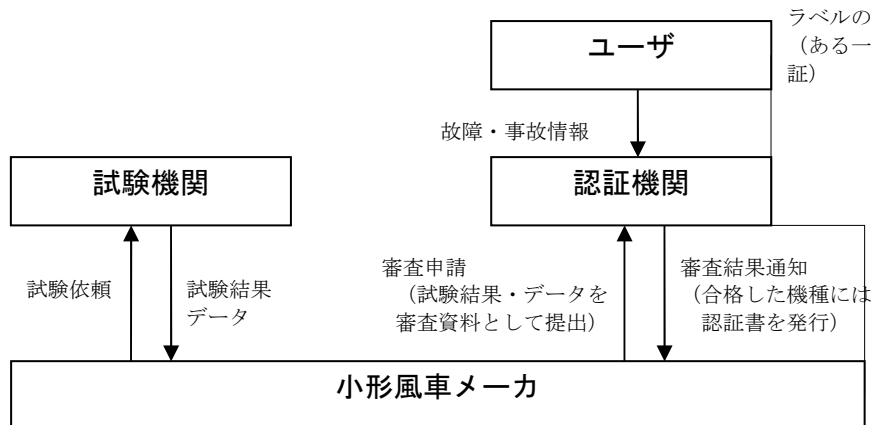



図5.2-1　認証制度の体制

d)　認証審査基準と審査項目

1) 適用基準

日本小形風力発電協会の小形風車試験審査委員会が策定した「小形風車の性能及び安全性に関する規格」及び同規格において引用される関連IEC及びJIS規格等を用いなければなりません。

2) 審査基準

― 性能試験：JSWTA 0001の2章に規定されている性能試験に基づく

― 騒音計測試験：JSWTA 0001の3章に規定されている騒音計測試験に基づく

― 耐久性試験：JSWTA 0001の5章に規定されている耐久性試験に基づく

― 電気試験：JSWTA 0001の6章に規定されている電気的安全性に基づく

3) 審査方法（審査フロー）

小形風車の認証に関する審査フローを図5.2-2に示します。

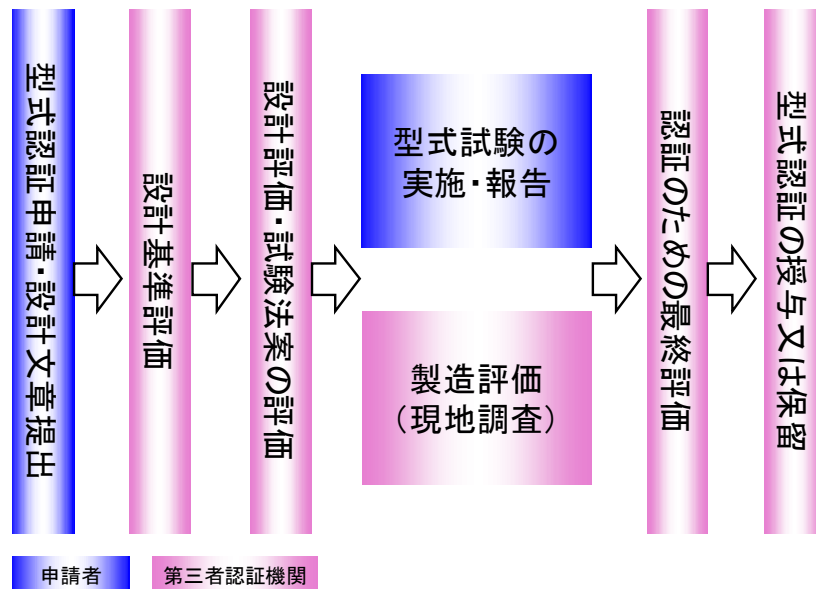



図5.2-2　審査フロー

5.2　ラベリング

ラベリング制度は、現在、日本小形風力発電協会にて平成24年度中の実施を目標に、原案を策定中で、JSWCCの承認を得てから運営を開始する予定です。運営の詳細が決まりましたら改めて日本小形風力発電協会のホームページにて運営方法を公示掲載します。

6　パワーコンディショナ（小形風車を系統につなげるためには）

6.1　パワーコンディショナの機能

パワーコンディショナは、風車によって発電された「直流」の電気を、系統と同じ「交流」の電気へ変換する装置です。パワーコンディショナには、系統と風車を接続する際に電気的な安全性および電力品質を確保するための系統連系保護機能が組み込まれています。

6.2　電力会社との系統連系協議

分散型電源を無秩序に系統に連系すると、系統の電力品質の維持、保安の確保が困難になり、同一系統に接続されている電気の使用者や発電設備設置者の機器を損傷するなど、影響を与える可能性があるため、「電力品質確保に係わる系統連系技術要件ガイドライン」、「電気設備の技術基準」等を遵守し、安全性、信頼性を担保されたパワーコンディショナを使用する必要があります。

風車を導入して系統に連系する場合は、発電設備の詳細およびパワーコンディショナの系統連系保護機能や各リレーの整定値等を確認するために、電力会社との間で系統連系協議を行う必要があります。系統連系協議は、専門的な知識が必要であり、通常は設置業者が代行します。

（社）日本電気協会発行の「系統連系規程 JEAC 9701-2010」には系統連系に必要な申請書類や技術資料等の参考例が書かれていますので、連系協議の際に参照して下さい。

6.3　パワーコンディショナの認証制度について

パワーコンディショナの安全性、信頼性を保証する制度として、認証制度があります。太陽電池発電設備に用いるパワーコンディショナでは、この認証制度が広く活用されていますが、現時点において小形風車に用いるパワーコンディショナに認証制度は整備されていません。

認証を受けていないパワーコンディショナを用いて系統に連系する場合は、電力会社との系統連系協議においてパワーコンディショナの個別試験データ等多数の技術資料を提示する必要があります。また、海外で使用されている、あるいは海外で認証されているパワーコンディショナを日本国内で使う場合も同様です。

現在、小形風車の普及に向けた取り組みの一貫として、小形風車用のパワーコンディショナに関する認証制度整備に向けて、試験方法等が検討されているところです。

小形風車用のパワーコンディショナに関する認証制度が整備されましたら、小形風力発電協会のホームページ等でお知らせします。

7　導入・設置について

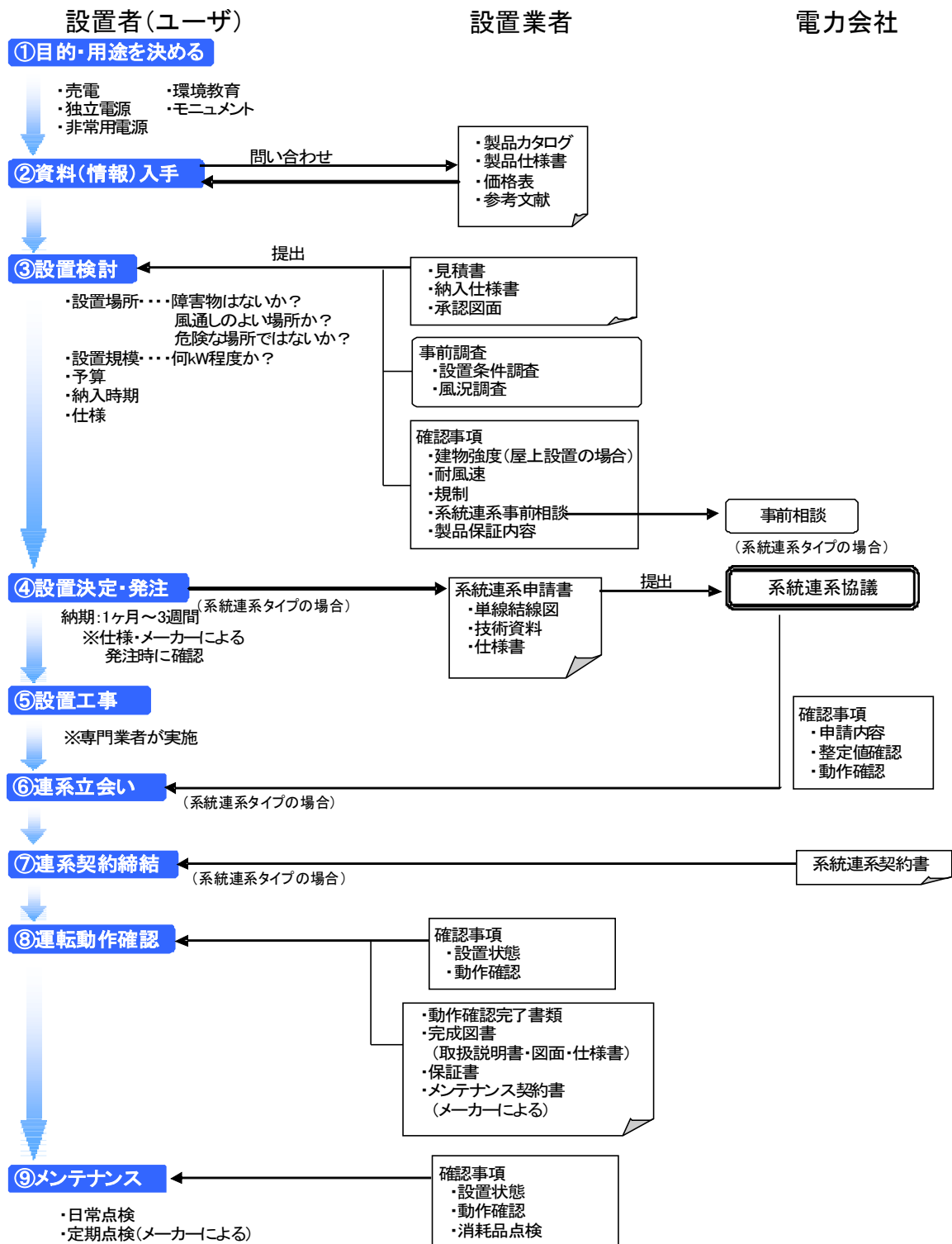



図7-1　小形風車の導入フロー

導入計画・導入時の注意点

冒頭の小形風車の導入フローでは、導入の概要を列挙しました。本章では、詳細事項、注意する点および申請手続きの例について説明します。

7.1 資料（情報）入手

小形風車の導入を検討する場合、まず、どのような製品があるのかを確認します。小形風車は、メーカによって、外観や寸法、仕様が異なりますので、設置場所にあった製品を選ぶために、資料を入手します。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

〇インターネットで、小形風車メーカや販売店のホームページを見る
〇ホームページからカタログや資料を請求する
〇メーカや販売店のショールームを訪問し、カタログを収集する。

資料の中で、確認すべき点は以下のとおりです。

〇製品の仕様（外形、寸法、設置高さ、重量）
〇発電量（年間予測発電量、CO_2削減量）
〇安全面（台風時の停止方法、耐風速）
〇価格表（機器費、オプション機器費、送料等）

7.1.1 小形風車の基本構成

風車は、風のエネルギーを電力、動力など、ほかのエネルギーに変換する装置です。特に、ロータの受風面積が200m^{2}未満で風のエネルギーを電気に変換するものを小形風力発電システム（小形風車）と呼びます。

一般に、小形風車は表7.1-1に示す要素で構成されています。構成要素は、サイズ・機種ごとに異なりますが、基本的なサブシステムは共通のものです。また、電気システムの代表的機器を表7.1-2に示します。

表 7.1-1 小形風車の基本構成

サブシステム	構成要素	機能
ロータ	ブレード、ハブ等	風のエネルギーを回転エネルギーに変換する。
伝達システム	主軸、増速機等	ロータによって生じた回転エネルギーを発電機に伝達する。
電気システム	発電機、インバータ、パワーコンディショナ等	主軸の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する。
制御・保護システム	ピッチ制御、ヨー制御、ファーリング、制動等	風車を効率よく、かつ、安全に運転・停止する。
支持物	タワー等	ロータを風況がよい、高い位置に支持する。

表 7.1-2　電気システムの代表的機器

機器（略語）	説明
インバータ	バッテリーなどの直流電圧で使用できる負荷機器がほとんどないので、交流電圧に変換して自由に使えるようにする装置(AC100 Vを出力できる。)。
DC/DCコンバータ	バッテリーなどの直流電圧をパワーコンディショナに整合させるために使用する装置。パワーコンディショナは、MPPT制御[*1]を採用しているので、小形風車本体の特性と連系時の特性が整合しないため、DC/DCコンバータに太陽電池と同等の特性をもたせ、整合性が取れて連系運転がスムースに行われるような特性をもたせている。
パワーコンディショナ	系統と接続するための直流/交流変換装置で、連系に必要な機能・系統保護機能をもつ。
太陽電池	太陽光を受けて電力を発生させることができる電池。1 m^{2}当たり100～130 W程度を発電する。出力電圧は直流なので系統連系のためにはパワーコンディショナが必要となる。
トランスデューサ	電流、電圧、電力などを計測装置に送信するための変換器。
蓄電池（バッテリー)	小形風車本体の出力は、風力の変化に即応して変化するので、負荷機器には直接利用することができない。蓄電池の充放電を利用することによって電圧を安定化することができるので負荷の利用が容易になる。
制御盤	小形風車システムを運用するために必要な制御機器を収納する盤で、インバータ、DC/DCコンバータなどを収容している。
バッテリーコントローラ	小形風車の出力を安定化するために蓄電池の充放電を制御する装置。風力が強く発電電力が高く充電量が多い場合は、過充電にならないように制御し、常に蓄電池の電圧を正常範囲に保つ働きをする。また、ロータの過回転を防止する働きもする。
ダミー負荷	小形風車の蓄電池が過充電状態にならないよう小形風車本体の出力を分流させるよう制御するが、このときに小形風車本体の出力を受け止める装置として使用することがある。ロータを停止させることによって過充電を回避するシステムもある。

*1：MPPT（Maximum Power Point Tracking、最大電力追従）制御のこと。出力電圧をピークに一致させる制御を行う。この制御方法は、山の頂上を探すことから山登り法とも呼ばれている。

7.2　事前調査・確認

7.2.1　概要

事前調査では、設置現場調査および風況調査（任意）を行います。さらに、設置場所に関しての確認事項をチェックしていきます。小形風車を設置するには、事前に設置場所が発電に適しているかを確認することが必要です。風のエネルギーは、設置環境によって大きく変動しますので、メーカや販売店に事前調査を依頼し、発電に適した場所であるか、また、どの場所に設置することが望ましいかを確認します。

事前調査の際に確認すべき点は以下のとおりです。

a) 設置検討場所のまわりに風を妨げる障害物はないか：屋根や木がある場合には、それ以上の高さに設置することが望まれますが、これが難しい場合には、障害物から最低でも3m以上離れた場所に設置するようにします。
b) 発電に十分な風力エネルギーがあるか：メーカや販売店に事前調査を依頼する場合には、可能な限り、設置検討場所の風速を測定してもらいます。風速は時間帯や日、季節によって変動しますので、当日の測定結果だけでの判断では十分でない場合もありますが、設置した場合にどれくらい発電するかの目安を知ることができます。
c) 危険な場所ではないか：小形風車本体はブレードが回転するため、人の手の届かない高さ・場所へ設置することが必要です。また、車や木の枝があたる可能性がある場所も避けるように設置場所を検討します。
d) 高さ制限等の規制はあるか：設置場所の地域によっては、設置高さ制限がある場合があります。お住まいの自治体へ確認するか、メーカや販売店へ確認します。

7.2.2 心構え

実際の導入の手順に入る前に、基本的な心構えを、次に示します。

a) 小形風車に対する誤解の解消

小形風車に対する誤解から失敗する例が多数あります。これらを避けるためにも、この導入手引書などを参考に小形風車を十分理解しておく必要があります。代表的な誤解の例を、以下に示します。

— 風がなくても回って欲しい気持ち。
— わずかでも回っていれば、発電しているのではないかという期待。
— 普段は音が小さいので、強風時にも騒音がしないという勘違い。
— 停止したいときに、止められない可能性。

b) 小形風車及び導入環境・メンテナンスの整合性

小形風車の安全性は、設計上想定されている導入・運用条件が、実際に満たされているか否かに強く依存します。言い換えると、設置・運用において、設計上の前提条件のいずれかが守られなければ、システムは容易に破損する危険性を秘めていることを十分認識しておく必要があります。このことから、次の項目を事前に確認・認識し、実行することが必要不可欠です。

1) 導入計画地点に安全上・環境影響上どのような要求事項があるか。
2) その要求事項を満たす小形風車はいかなるものか。
3) 長期にわたり十分な機能を確保するにはどのようなメンテナンスが必要か。

7.2.3 導入目的

計画の際に小形風車を導入する目的を確認しておきます。高めの発電量を実現するためには設置地点での卓越した平均風速が必要となり、使用目的への適合性を判定する目安となります。代表的な使用目的について、必要とされる年平均風速の目安を表7.1-3に示します。当初の目的があいまいになっていると、計画段階で判断ミスをまねいたり、運用段階で期待した結果を得ることが出来ないことになるので、あらかじめしっかりと確認しておく必要があります。

a) 発電電力量をどの程度期待するか：単なる環境アピール、啓発・教育用であれば発電した電力を利用するだけで目的を達することになりますが、実用性を期待する場合には十分な発電量が求められるこ

とになり、高めの平均風速や大きめのシステム規模が条件となります。

b) 有人運転か又は無人運転か：運転員が常駐している施設と、無人運転で全自動の場合では安全システムへの要求が異なってきます。たとえば台風などの極限状態で、運転員ならば手動ブレーキで停止する、さらにはタワーを寝かせるなどの対応をとることができますが、無人運転の場合には風車固有の特性だけで耐えることになり、点検整備や日常のモニタリングについてもこの種の差異が出てきます。

表7.1-3　導入目的ごとの望ましい風況

	導入目的	エネルギー量	望ましい風況
1	市街地(個人住宅、一般の企業など)での電力一部供給	消費電力量の一部は風車から、不足分は商用から得る。	年平均4 m/s以上
2	環境啓発・教育	環境改善に貢献などの理由で発電量は重視しない。	風速に関係なく設置
3	公共設備(学校、街路灯、公園など)での電力一部供給	消費電力量の一部を風車でカバーし、不足分を太陽光発電などとのハイブリッドで得る。	年平均4 m/s以下は、ハイブリッド
4	無電源地帯(無線中継所、山小屋など)での電力一部供給	消費電力量及び必要電力を風車から、不足分を蓄電池から得る。なお、利用する設備によって必要電力量を算定する。	年平均5.5 m/s以上

7.2.4　調査・確認項目

小形風車は、設置する場所がある程度決まっている場合が多いので、そのような場合を想定して、事前に調査・確認すべき内容を、次に示します。

a) 設置条件調査

まず、小形風車に関する一般的な注意点を確認し（表7.1-4）。さらに、設置地点ごとに特に注意が必要な項目についても確認します（表7.1-5）。

表7.1-4　小形風車の設置に関する一般的注意点

	項目	一般的注意点
1	耐風速	風車の耐風速が十分か否かを判断するに当たり、設置候補地点に要求される最大瞬間風速を確認します。建物などの周囲の状況によって最大瞬間風速は上下しますが、市区町村の建設課、建築家などに尋ねれば、一般的な知識が得られます。
2	騒音	小形風車の騒音が近所の家にとって迷惑なものとなり得ることを十分承知し、注意する必要があります。
3	雷	一般に小形風車は落雷に対する耐力はないので、落雷及び誘導雷の影響が懸念される場合には、対策が必要となります。（JIS A 4201 建物等の雷保護、及び TS C 0041 風車の雷保護を参照）

表7.1-5　設置場所に特徴的な注意点

	設置場所	特徴的な注意点
1	住宅街、 公園、 街路など	・騒音・破損による影響が及ばないように設置場所に注意する必要があります。 ・街路などではトラック、バスなどの背が高い車に接触しないように注意する必要があります。 ・交通量の多い街路などでは、排気ガスによって腐食が進行しやすいので注意が必要です。
2	建物の 屋上・屋根	・小形風車の振動が建物の振動・騒音の原因となることがあります。 ・ビルの屋上では、風向・風速が急激に変化する場合があります。 ・万が一、ブレードなど小形風車の一部が飛散した場合には高所からの落下物となり極めて危険です。 ・既設の避雷針の保護角からはみ出る場合には、避雷針を新設する必要があります また電気ブレーキが誘導雷によって故障するとブレーキが効かなくなる可能性があり注意が必要です。
3	山岳地 寒冷地	・高標高地では空気密度低下に比例して発電量が減少します。 ・氷結によって制御・保護システム(ピッチ機構、ファーリング機構など)の機能が損われると、小形風車の安全性が失われ破損する可能性があります。 ・寒冷地ではブレードなどの構造物のほか、機器・潤滑油などの特性が変化する可能性があります。
4	海岸付近	・十分な塩害対策が必要です(制御盤、蓄電池、スプリング、尾翼など)。

b)　風況調査

コンセプト作成に先立ち、設置を計画している周辺で、年間を通してどの程度の風速があるかを調査します。小形風車は風のエネルギーの一部を電力に変換する装置なので、十分な風速がない地点では、計画通りの発電電力量は見込めません。台風、季節風などで高風速地との印象がある地域でも、年間を通すとあまり風のエネルギーがない場合もあるので、年間を通しての評価が必要です。

概略の風況を知る方法として、1)及び2)がああげられますが、より定量的に把握するには、3)～5)の方法を用います。

なお、3)及び5)については、どのような地点で観測されたデータか確認します。

風況調査のレベルすなわち風速の精度は、どの程度経済性を重視するかによって上下します。経済

性を重視する場合には精度の高い風況調査が求められます。

1) 長年住んでいる土地であれば経験として風の強い地点がわかる。
2) 近隣に大形の商業風車が設置されている場合、風の強い地帯と考えられる。
3) NEDOの局所風況マップ
4) 気象庁のAMeDAS（アメダス）情報
5) 近隣の消防署

c) 小形風車クラスと耐風速について

小形風車クラス（SWTクラス）とは、小形風車を設計するうえで考慮する風条件を分類して示したものであり、小形風車の標準規格である「風車-第2部：小形風車の設計要件(JIS C 1400-2(2010) 」の6.2節に記載されています。小形風車はSWTクラスによる分類によって定められる風条件のもと強度設計がなされ、型式試験における耐久性試験などが実施されます。特に認証された小形風車については、このSWTクラスが明確になっているので、設置者は設置場所の風特性の風条件に適合するSWTクラス小形風車を選定することが推奨されます。表7.1-6にSWTクラスについて示します。

表7.1-6　SWTクラスの基本パラメータ　(JIS C 1400-2, 2010)

SWTクラス	I	II	III	IV	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30	設計者が定める値。
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6	
I_{15} (－)	0.18	0.18	0.18	0.18	

- 上記の値は，ハブ高さにおいて適用する。
- I_{15}は，風速15 m/s時の乱流強度の無次元特性値。

SWTクラスにおけるV_{ave}とはハブ高さにおける年平均風速と定義され、またV_{ref}とは50年に1回の頻度で発生する10分平均風速の極値を意味し「基準風速」として定義されます。さらに小形風車の設計における風条件にはV_{e1}とV_{e50}があります。V_{e50}は50年に1回の頻度で発生すると3秒平均風速の極値を意味し「極値風速」として定義されています。なおV_{e50}は式(7.1-1)で示され、式によると極値風速(V_{e50})は、観測高さとハブ高さが同じであれば、V_{ref}の1.4倍となります。例えば、SWTクラスIの極値風速は、50m/s×1.4倍＝70m/sとなり、SWTクラスIIの極値風速は、42.5m/s×1.4倍＝59.5m/sとなります。またV_{e1}は1年に1回の頻度で発生する3秒平均風速の極値を意味し、V_{e50}をもとにした式(7.1-2)により示されます。

なお、小形風車の仕様には、まれに耐風速といった表示がされますが、主に極値風速(V_{e50})に相当します。(耐風速はあまり明確な用語ではないため、SWTクラスのどの定義に属するのかメーカに確認することを推奨します。)

$$V_{e50} = 1.4V_{ref}\left(\frac{z}{z_{hab}}\right)^{0.11} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(7.1-1)}$$

z: 観測高さ(m)

z_{hab}: 小形風車ハブ高さ(m)

$$V_{e1} = 0.75V_{e50} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(10.1-2)}$$

7.3　設置検討

事前調査・確認をふまえて、メーカより各種資料を入手します。その際に、設置者（ユーザ）は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電量を得られるかなどを推定計算し、その発電量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかも検討することが重要です。

＜メーカからの提出資料＞

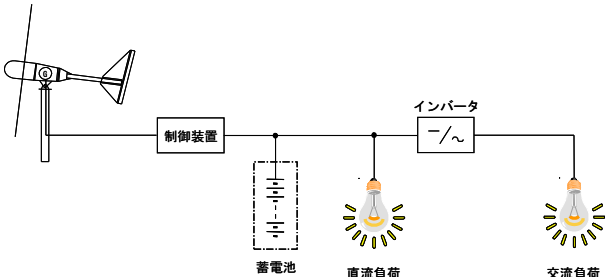
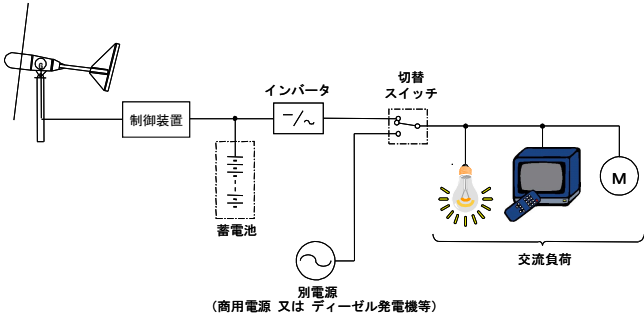
○見積書（機器費、送料、工事費、動作確認費、連系協議申請費、連系立会費）
○納入仕様書（製品仕様書、システム結線図、製品外観図）
○納入スケジュール（製品納期、工期、連系予定日、発電開始予定日）
○発電量シミュレーション（年間予測発電量、年平均風速）
○設置予定場所概略図（設置予定場所、建物からの離隔距離）
○メンテナンスに関する資料（交換部品の有無、点検費用、耐用年数）
○保証内容（保証年数、保証内容）

7.3.1　小形風車調査

入手可能な小形風車について、市販のカタログ、インターネットなどによって調査します。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

7.3.2　小形風車の仕様

小形風車の一般的な仕様と導入に当たっての読み方について表7.1-7に示します。なお、ここで“風速”とは、水平軸型の場合、ロータの回転中心における値を指し、垂直軸型の場合にはロータの中心高さにおける値を指します。

表7.1-7　代表的な風車仕様

仕様[単位]	説　明
ロータ直径[m]	一般に、発電量PEはロータ面積S(ロータ直径Dの2乗)に比例して大きくなる。
定格出力[W]	連続運転が可能な最大の出力。常時発電できる出力ではない。
定格風速[m/s]	定格出力に達する最低の風速。定格出力を得るのにどの程度の風速が必要かを読み取る。ただし、この場合の風速は10分平均値を指し、瞬間的にこの風速に達していても、出力は上下する場合がある。
基準出力[W]	風速11m/sの時の出力である。基準出力は、基準風速時の出力ではない。各種小形風車の比較に用いられる場合がある。
始動風速[m/s]	風車が回転しはじめる風速。実用的発電電圧が得られるまで実用的な出力は得られない。
カットイン風速[m/s]	実用的発電電圧が得られる風速で、発電開始風速とも呼ばれる。カットイン風速が低い風車は、低い風速でも比較的よく回るが、この風速での出力はわずかであり、年間発電量にはほとんど影響しない。
カットアウト風速[m/s]	発電を停止する風速で、運転停止風速とも呼ばれる。ただし、多くの小形風車はカットアウト風速をもたず、回転速度を低くして運転し続ける。なお、一般にカットアウト風速を超える風速は、発生頻度が極めて低いので、年間発電量にはほとんど影響はない。

仕様[単位]	説　明
耐風速[m/s]	強度上の上限を示す最大瞬間風速で、導入計画の際には、設置地点で想定・要求される最大瞬間風速と比較して、十分安全な風車を選定する必要がある。これが困難な場合には、風車を倒して収納するなどの処置が必要となる。
ハブ高さ[m]	ロータ回転中心の高さ。ハブ高さが高い方が風速は高く、乱れが小さい風が得られ、発電量が増す。なお、タワー及び基礎は、強度のほか、ロータとの共振に注意する必要がある。
回転速度[1/min]	ロータの回転速度。可変速風車では上限値と下限値で表示される。
出力／回転速度制御・保護	通常の発電時に小形風車を効率よく、かつ、電気的な容量を超えないように運転する行為が出力制御又は回転速度制御で、強風時、故障時、停電時などに、風に働く荷重を設計強度の範囲内に保つようにする行為が小形風車の保護である。
主ブレーキ	過回転を防止する装置。
補助ブレーキ	主ブレーキが故障などで作動しない場合に、ロータの過回転から回避するための装置で、安全性に対する重要な要素である。ただし、小形風車においては、両者の区別が明確でない機種も多数存在する。
発電電圧	機種により、12、24、48、110、220 Vなどがあり、蓄電池に充電する場合は12 V～48 Vを選定する。同じ電力であれば電圧が高い方が、配電ケーブルを細くできる。
ブレードの材質	木、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)、金属などがある。長期に使う場合はGFRPなどの複合材料の方がよいであろう。また、木製の場合は、日本の湿度に対する耐候性の観点から、十分なカバーリングが必要である。
質量[kg]	設置時などに重要な目安となる。一人で設置できるのは、十数kg程度までと考えた方が無難である。

7.3.3　システム選定

システムによって動作・機能が異なるので、適切なシステムを選定する必要があります。表7.1-8の基本システムがありますが、この中から目的にあったいずれかのシステムを構築することになります。

表7.1-8　基本システム[1]

システム		概略動作・機能	システム略図
独立電源タイプ	独立電源タイプ	小形風車から発電された電気エネルギーを蓄電池に蓄えて利用する。 風の変動によるエネルギー変化を平滑化し安定な電力を取り出すことを目的としている。	制御装置 インバータ 蓄電池 直流負荷 交流負荷
	系統切替タイプ	別電源をバックアップ用に利用して、小形風車出力とバッテリ容量が不足したときに別電源側より電力供給し続けることをねらいとしたシステムである。	制御装置 インバータ 切替スイッチ 蓄電池 M 交流負荷 別電源 （商用電源　又は　ディーゼル発電機等）

システム		概略動作・機能	システム略図
系統連系タイプ		小形風車の出力をそのまま系統に供給する方式で、風速に応じた出力を系統に供給するシステムである。	

7.4　設置決定・発注

7.4.1　設置決定前の確認事項

まず、小形風車を導入計画している場所における必要なエネルギー量の算定を行ない、次に小形風車の発電量を予測し必要なエネルギー量の得られるシステム構築を行います。必要なエネルギー量の算定方法を、次に示します。

a)　小形風車の電気を利用するための機器(負荷機器)の使用時電力[W]を調べます。使用時電力が判らない場合は、カタログ上の定格電力を目安にして、負荷機器の合計を求めます。

b)　負荷機器を使用する時間を調査します。

c)　無風条件（無風状態が継続する日数）について決める(負荷の重要度によって変わるが通常は1日、3日、7日程度)。これは蓄電池容量を算定するために必要な項目です。

d)　太陽光発電を併用する場合は不日照条件（日照不足状態が継続する日数）を決めます。

無風条件、不日照条件によっては蓄電池容量が大きくなり、実用的でなくなる場合があります。負荷の消費電力量と発電電力量とのバランスを考える場合、厳密には1日当たり時間平均のそれぞれの量を調べるが、簡易的には1日当たり平均で考えます。

小形風車や周辺機器の納期は、メーカによって異なります。また、売電先の電力会社と連系契約を結ぶ必要がありますので、メーカや販売店より依頼のあった書類に必要事項を記入して申請します。記入事項の中には、製品の技術的な内容も含まれるため、メーカや販売店に確認しながら、記入していきます。

≪系統連系申請に必要な書類≫

〇系統連系申請書（電力会社によって様式が異なります）

〇単線結線図

〇製品仕様（カタログ、仕様書、接続図等）

〇パワーコンディショナの仕様（出力、系統保護装置等）、試験結果等

〇連系の方法（低圧連系もしくは高圧連系）

7.4.2　機種選定

小形風車の優劣は強度・性能などの絶対的な評価基準で決定されるものではなく、いかに各々の計画に合っているかという個別の評価基準で決定されます。小形風車の機種選定方法において確認すべき項目を、次に示します。

a)　強度

設置地点に要求される最大瞬間風速よりも耐風速が高い風車を選定します。

b) 環境影響

設置地点によって、騒音などに対する要求レベルが変動するので、条件に合った小形風車を選定する必要があります。

c) 出力・発電量

算定した必要エネルギー量から小形風車に必要な出力容量を算定します。

1) 負荷機器の合計電力[W]と得られる風速から小形風車の発電電力[W]を調べ、風車の発電電力が高い機種を選定します。

2) 年間又は1日の運転時間から必要な電力量[Wh]を算出し、小形風車の発電量[Wh]を算定し、必要容量を選定します。

これによって、小形風車の容量、またシステムによっては太陽光発電装置の容量、蓄電池の容量などを選定します。また、小形風車の出力・発電量は、サイズと基数との組合せがあるので、適宜選定します。

（なお、小形風車の一般的な発電量の推定計算については、 2.4 を参照。）

7.4.3 リスク評価

小形風車の強度・安全性は、設計上想定している状態が確保されていることが前提となります。設置状態、制御・保護システムの機能などに不具合があると、安全性が著しく損なわれるので、あらかじめ評価を行い、必要に応じて導入及び運用計画に織り込む必要があります。評価のポイントは、次の5点で、これらにおいて、最大限の可能性を想定して、検討しておく必要があります。

1) 故障ケースのリストアップ。

2) 個々の故障ケースに関して、引き続き風車に如何なる状態に発展する可能性があるか。

3) 各々の可能性を追求してゆくと、最終的にはどのような状態に達するか。

4) それらの過程・状態によって想定される対物・対人被害の程度。

5) それらを回避する手段。いかに故障検知するかも含めて、計画に反映する。

故障を速やかに検知できない場合には、原則的に無人運転でも安全性を確保する必要があります。また、電気的制御も含めて、電気が切れた場合にも、小形風車の安全性を確保する必要があります。

7.5 設置工事

事前調査・確認をふまえて、メーカより各種資料を提出してもらいます。その際に、設置者（ユーザ）は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その予想発電電力量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかも検討することが重要です。小形風車は環境啓発用として有効なツールですが、建設に起因するトラブル事例もあり、危険も大きいので注意が必要です。設置工事については、専門業者へ委託することが絶対条件です。また場合によっては、行政、電力会社などに対する申請・調整が必要となりますので、注意が必要です。

7.5.1 タワー（支柱）の材質・構造

小形風車の建設は、風車の支柱（マスト、ポールともいう。）の種類によって異なります。通常、鋼管が使用されますが、移動用としてアルミポールも用いられます。支線(ガイワイヤ)で支える方法はあまり望ましくありません。電柱用として使用される木柱、コンクリート柱は密な構造なので適していますが、

運搬、設置などが難しくなります。

7.5.2　支柱の支持方法

支持方法は、モノポール、ガイワイヤ方式、壁取付、屋上置き基礎方式があり、それぞれ設置場所の環境によって工夫を要します。

7.5.3　基礎工事

基礎工事は、壁取付、置き基礎方式を除いて通常コンクリート基礎が用いられます。基礎工事は専門家に任せます。

7.5.4　建設工事

建設スペースを確保する。特にワイヤなどでマストを支える方式では、マストを倒したときのスペースが必要になります。また、重機で建設する場合は、重機が通行できるアプローチも確保しておく必要があります。

7.5.5　接地工事

漏電による感電、電気火災、電気機器の損傷などを防止するために行います。風車の絶縁電線と充分に絶縁被覆された軟銅線（直径1.6mm以上又はそれと同等以上）とを接続して接地します。

7.6　竣工検査と運転開始

7.6.1　引渡し書類

以下に、その例を示します。

a)　竣工検査成績書　施工業者が設備状況の確認を行なって不具合のないことを記載したもの

b)　取扱説明書　小形風車メーカ発行の機器取扱いを記載したもの

c)　保証書　小形風車メーカ発行の機器の保証及び成績を記載したもの

通常、設置者（ユーザ）には、検査結果報告書及び引渡し書類を添えて、今後安全に取扱っていただく(メンテナンス項目を含めて)事を伝えて設備を引き渡たされます。

7.6.2　竣工時の確認すべき事項について

a)　竣工時点検

点検の目的は専門の施工業者が自ら完成した工事状況の確認を行い、万が一不具合が発生した場合は、必ず正常な状態にして設置者に引渡します。

b)　主な点検項目

1) 目視点検

小形風車本体、中継端子箱(接続箱)、パワーコンディショナ、その他(電力量計・開閉器他)等があります。

2) 測定試験

小出力発電設備(小型風車で、出力20kW未満のもの)システムの竣工時に測定し確認する項目があります。

3) 連系確認

電力会社と運転・停止、自立運転、発電電力(パワーコンディショナの出力表示等系統連系に関する動作確認があります。

7.6.3　竣工検査

設置工事後、運転を開始する前に竣工検査および試運転を行います。一般的な項目は、次節の3か月点検に示した内容に準じて確認します。そのほか、小形風車ロータが高速の回転構造物である観点から、振動に関する確認が必要です。設計上想定しているよりも大きな振動が発生する場合には、加振力が大きい場合、及び加振周波数と固有振動数とが近い場合が考えられますので、これらを見極め、確認する必要があります。試運転時の確認項目及び対策例を**表**7.3-1に示します。

表7.3-1　試運転時の確認項目及び対策例

	項目	内容
1	振動数	設計した固有振動数に対して許容できる範囲に収まっているかを確認する。 許容できないレベルの場合には、ロータ回転及び、タワー後流に現れる渦(カルマン渦)の作用で共振し、重大な事故に発展する可能性があるので、タワーや支持部の剛性を改善したり、振動を発生しにくくするための改修が必要になる。 不明な場合には、専門家に相談する。
2	ロータ加振	設計上想定しているよりも大きな振動が発生している場合、小形風車の寿命を著しく低下させ、重大な事故に発展する場合がある。代表的な振動の発生要因及びその振動低減方法の例をa)～c)に示すが、設置段階で最も生じやすいのはa)である。なお、一般にブレードの数が少ない方が、1枚のブレードに力が集中するので、大きな振動が発生しやすくなる。 a) ブレードの設定角度誤差大　→適切な角度に再設定する。 b) ブレードの形状変化(表面の傷など)　→表面の修理もしくは取り換えなど。 c) ロータの重心偏差　→適切なブレードに取り換える。

7.6.4　運用開始

小形風車を設置して実際に運用している間の注意点を表7.3-2に示します。繰返しになりますが、設計上前提としている正常な状態が確保されていない場合には、耐風速よりも大幅に低い風速でも破損の危険性があるので、至急修理・対策が必要です。また、設置後に問題点が明らかになると、管理者が随時手動で停止させる必要があるので、機種選定などの計画の重要性を再認識させられます。

表 7.3-2　運用上の注意点

	運用上の問題	現象	説明・防止策
1	経年変化	騒音の増加	設置当初は比較的静かでも、何年か経過すると機械摩耗などによって、機械騒音が大きくなる場合がある。 予防策としては、回転部分のグリースは、仕様(特に粘度、温度特性)を確認の上、定期的に充てんする。 対策として、摩耗部品の交換や小形風車本体の交換がある。
		振動の増加	ブレードの取付け角がずれると振動が増加するので、固定箇所の確認を行い、修正する。
		塗装のはがれ	風に含まれる砂などの微小な粒子の影響でブレード前縁端部の塗装がはく離することがある。この場合、ブレードの強度を確保するために補修塗装などの処置を必要とする。 海岸部に設置する際には、特に注意が必要である。
2	タワーの変化	さびの発生	塗装の種類(耐塩塗装、亜鉛めっき)によっては寒冷地での温度差、大気中の塩分濃度の影響を受ける。また、塗装ムラの場合はさびが発生する。 特に基礎コンクリートとの固定部分などにさびの発生が見られます。 対策としては、こまめな補修塗装などが必要である。
3	強風時	騒音増加、振動増加、破損など	通常、強風時には、通常の低風速時にはなかった大きな騒音・振動が発生する。問題になる場合は、停止する以外に有効な対策はない。 電気的に回転数を制御する機能付きの製品では、制御部が破損すると暴走運転するものもあるので気をつける必要がある。
4	電気的な変化	接触不良、配線の断線、端子部分のさびなど	水平軸風車は風向に正対するために配線がねじ（捩）れたり、微小な振動などで、電線の被覆にきずがついたりする場合がある。 一般に、端子部分は防水カバーになっているが、空気中の水分はタワー内を抜けるので、点検時に清掃が必要である。 また、スリップリングの焼損事故事例から、特に高速形小形風車は注意が必要である。
5	着氷・着雪	保護システム 機能喪失など	制御・保護システムが氷結すると、本来の機能を喪失する。この状態では低い風速でもロータが過回転に達する場合がある。リスクがある場合には、停止させておく以外に有効な手段はない。

7.6.5 メンテナンス

小形風車のメンテナンスについては、8章に詳細を示します。

7.7 関連法規

この章では、小形風車に関わる各関連法規の概要について説明しますが、詳細については、付録「関連法規」を参照してください。

7.7.1 電気関係法規

7.7.1.1　電気事業法

風車は電気工作物に該当するので、発電事業・電気事業に係る規制や、一般用電気工作物の定義・保安規定を定めている電気事業法に基づかなくてはなりません。また、電気事業法に基づいている電気事業法施行規則においても、風力発電設備建設に必要な手続きが定められています。

a)　電気設備に関する技術基準を定める省令

（平成九年三月二十七日通商産業省令第五十二号）

最終改正年月日:平成二三年三月三一日経済産業省令第一五号

電気事業法第39条第1項及び第56条第1項の規定に基づき定められている「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づかなくてはなりません。また、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に定める技術的要件を満たすものと認められる技術的内容をできるだけ具体的に示す「電気設備の技術基準の解釈」に規定される保安に関する要件を満たすことが望まれます。また、「電気設備の技術基準の解釈」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

b)　発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

（平成九年三月二十七日通商産業省令第五十三号）

最終改正年月日:平成二一年一二月一八日経済産業省令第六九号

電気事業法第39条第1項の規定に基づき通商産業省令として発電用風力発電設備に関する技術基準が定められています。

c)　電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン

風車等の発電設備を系統に連系するための要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項及び連絡体制等について考え方を整理した「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に基づかなければなりません。また、「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

7.7.1.2　電気用品安全法（電安法）

（昭和三十六年十一月十六日法律第二百三十四号）

最終改正：平成二三年一二月一四日法律第一二二号

風車本体は適用を受けないが、システム構成機器の中には「電気用品安全法」の適用を受けるものが存在します。また、同法及び同法に基づく「電気用品の技術上の基準を定める省令」に適合しなければなりません。。

7.7.2　法手続

一般用電気工作物に区分される風力発電設備（総出力20kW未満で600V以下）については、各種電気関係法令上の届出、申請等は不要です。事業用電気工作物に区分される風力発電設備については、出力に応じて各種電気関係法令上の届出、申請等が必要です。

7.7.3　その他の関連法規

a)　建築基準法・建築基準法施行令

高さが15m以上の木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート製の柱、その他これに類する工作物の建設にあたっては、建築確認の申請書を提出し、建築主事の確認を受けることが定められています。又、高さ20

を超える建造物には避雷設備を設けることも定められています。

※ 以下の項目b)～i）の対象は大型風力発電となりますが、小形風車で該当する場合はそれぞれ対応する必要があります。

b) 道路法

風車の建設する際に道路を占有する場合は、管理者の許可を得ることが定められています。

c) 電波法

風力発電所建設地が電波障害防止区域（重要無線通信を確保する必要があるときは、その必要範囲内において郵政大臣が定める。）に指定されており、風車の高さが31mを超える場合には総務大臣へ届出を行う必要があります。

d) 航空法

風車のロータの回転による最高到達点が60mを超える場合は、国土交通大臣の許可を受けた場合を除き、最高点までと同じ高さのポールを設置し、昼間障害標識及び低高度航空障害灯（不動灯）を設置しなければなりません。最高到達点が90mを超える場合は、中高度航空障害灯（点滅灯）を設置しなければなりません。

e) 消防法

風力発電所を建設する際の建材は、使用する場所により難燃性や不燃性が定められています。

f) 騒音規制法

騒音規制地域において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の騒音規制基準が定められています。

g) 森林法

地域森林計画の対象となっている民有林、公有林内に風力発電所を建設する際、国、地方公共団体が行う場合を除き、開発面積が１haを超える場合には、当該都道府県知事に対して許認可申請を行う必要があります。

h) 自然環境保全法

原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、環境緑地保全地域開発規制地域内において風力発電所建設のため開発を行う場合には、都道府県知事に対して許認可の申請を行う必要があります。

i) 自然公園法

国立公園、国定公園及び都道府県立自然公園の３種類の自然公園に対して、段階に応じた適正な保護と利用の増進を目的に施行され、公園地域を風景価値による保護の必要性に応じて特別地域、特別保護地域、海中公園地区、普通地域に分類しており、工作物の新築・増設や木竹の伐採等、様々な規制を定めています。自然公園に風車を建設する場合は、対象地域に応じた規制に従い許認可を受けなければなりません。

《使用文献・参考文献》

[1]：TR C 0045: (2006) 「小形風車を安全に導入するための手引き」

8　メンテナンス

メンテナンス（保守）は、設置者が日常点検を行い、メーカ・設置業者等が定期点検（１年点検、３年点検など、各社の設定による）を実施します。

なお、再生可能エネルギー電気特措法の政令、省令によって、メーカ・設置業者等の保証またはメンテナンス体制が確保されていないと、発電設備として認定されない場合や、特定供給者として電力会社への売電が行えない場合があります。

小形風車もその他の一般機器と同様、長期にわたり安定した性能・特性・安全性を維持するために、定期的な点検が不可欠です。特に小形風車の場合、十分な整備がなされず、設計上想定した機能が満たされない場合、安全性が著しく損なわれます。

一般的なメンテナンス（保守）の項目ごとの保守周期例を表8-1に、点検項目及び点検方法などを表8-2に示します。その中でも、3か月目の点検が特に重要です。また、メンテナンスの際に部品交換や修理が発生する場合があります。機種選定などの計画段階で、部品の入手性についても考慮しておく必要があります。

表8-1　保守周期例

	項目	日常	３か月目	６か月ごと	１年ごと	３年ごと
1	外観目視点検	○	○			
2	電池確認		○	○	○	
3	配線確認		○		○	
4	各部増締め		◎		○	
5	潤滑油塗布、注入		○	○	○	
6	絶縁抵抗測定		○		○	
7	データ確認		○	○	○	
8	制御動作確認		○		○	
9	表示灯確認	○	○		○	
10	異常音確認	○	○			
11	メーカによる点検		○			△
12	保安協会などに委託		○		△	

◎：特に重要。　○：重要　△：必要に応じて重要

表8-2　点検項目、点検方法など

	点検項目	点検方法		判断基準	工具など	備考
1	外観目視点検(1)	小形風車本体	ブレード・尾翼の汚れ	砂などの微小固形物の付着がない。	目視、双眼鏡など使用	
2			ブレード・尾翼のきず 回転軸の動作	きずが表面だけ ひび割れがある場合は交換		必要なら取り外して確認する。
3			ファーリング部の状態	腐食がない。		機能しない可能性あり。
4			風車部の風向対面状態	塗装のはげ 破損の場合は交換		
5			風による振動状態の観察	定常状態で大きな振動がない。		
6		タワー	本体部のさび、きずの状況	表面だけで変色している程度		
7			基礎締結部さび。 アンカボルト増締め	表面だけが変色している程度		ボルトにプラスチックカバーなどを付加
8		制御部	表面、内部の変色	配線の焦げ 部品の変形変色	目視	部品の交換などの処置が必要
9			異臭の有無	変色と合わせて発生の場合	目視、臭気	
10			誘導雷による基盤の損傷	制御不能 基盤変色	目視、臭気	
11	電池確認(2)	電槽のひびなど外観確認		ひびがある場合は交換	目視	
12		端子電圧の測定		電圧が低い場合	テスタ	1.8 V/セル以上の電圧を確保
13		電解液漏れの確認		固定金具・設置板の変色、さびの発生	目視	

	点検項目	点検方法	判断基準	工具など	備考
14		端子部の接続緩みの確認	配線の緩みがない。		
15		比重の測定、液面の管理、各セル間の電圧バランスが悪い場合	イコライズ充電	製造業者に依頼	
16	配線確認(3)	発電機部の端末処理に異状確認	端末の絶縁処理がなければならない。	目視	
17		タワー内の端子部にてねじ(捩)れ確認	端子部にて2回転以上のねじ(捩)れがない。		ねじ(捩)れを戻し、ゆとりをもたせる。
18		制御部の接続状態確認	端子台での緩みがあってはならない。		
19	各部増締め(4)	ブレードの取付け部根元のねじ締め	ブレード端をゆすって確認。 ねじの緩みがあってはならない。	スパナなどの締付工具	必要なトルクを加えなければならない。
20		端子台部の増締め	緩みがあってはならない。		
21		タワー基礎部ボルトの増締め			
22		小形風車本体取付け部の増締め			
23		制御部取付け(壁掛け形の場合)			
24	潤滑油塗布、注入(5)	発電機軸受け(注入)	定期的に注入する。	グリースガン	構造上注入・塗布できない場合もあり、製造業者と相談する。
25		風車のヨー機構部(塗布)	定期的に塗布する。	ウエスなど	
26		翼部軸受(注入)	定期的に注入する。	グリースガン	
27	絶縁抵抗測定(6)	発電機巻き線部	3 MΩ以上	500V 絶縁抵抗計 製造業者に依頼	絶縁抵抗が低い場合は乾燥させる。回復しない場合は交換又は張り替える。
28		ポール内端子台部			
29		制御機器部	1 MΩ以上		
30		配線経路部	3 MΩ以上		
31	データ確認(7)	発電電力量、発電電圧、電流など	定期的なデータ採取		システムの運転状況の確認が目的である。

	点検項目	点検方法	判断基準	工具など	備考
32	制御動作確認(8)	保護機能確認、状態表示、故障表示ランプ類の点灯、警報の鳴動	設置当初との比較	製造業者に依頼	
33	異常音確認(10)	風車の回転状態、発生する振動、振動による音の状態確認	設置当初との比較	製造業者に依頼	

8.1　設置者による日常点検

設置者は、主に下記項目に関して、日常的に点検します。

①ブレードから異音がないか。
②ブレードの変形はないか。
③タワーユニットのブレ、振動はないか。
④その他外観の異常はないか。
⑤電源コード、プラグの損傷、配線の損傷および煙、異臭はないか。
⑥浸水がないか。
⑦取付けネジ、ナット類のゆるみがないか。
⑧コントローラ（制御回路）等の表示パネルが正常に点灯しているか。
⑨ブレーキ機構は動作するか。

この他にもメーカから指定された点検チェック項目が、運転マニュアルにより提供されています。そのチェック項目に従って指定された期間で日常点検を行わなければなりません。

また、不具合を発見した場合は、運転マニュアルに対応方法が記載されています。設置者はそれに従って対応する必要があります。

8.2　メーカ・設置業者等による定期点検

定期点検の時期や点検内容は異なりますが、主に下記項目の点検を行います。

①内部電池確認
②各部増し締め
③配線確認
④制御確認
⑤各ユニットの正常動作確認
⑥塗装面の補修（タッチアップ）
⑦必要に応じて発電機のベアリング交換
⑧必要に応じてブレーキユニット、ブレーキシューの交換
⑨必要に応じてその他損傷部品の交換

この他にもメーカ指定の点検チェック項目があり、点検実施者に提供されています。点検実施者は、そのチェック項目に従って指定された内容の点検を実施しなければなりません。

また、不具合を発見した場合は、メーカから提供されるマニュアル等に対応方法が記載されていますので、点検実施者はそれに従って対応する必要があります。

8.3　点検チェックリストの例

下記は、メンテナンスチェックリストの一例です。小形風車によってチェック項目は異なりますが、下記内容を最低限実施しています。

小形風力発電装置点検表（サンプル）

適合機種
重機
工具
消耗品
併用図書
点検期間 ： 1年毎を原則とする。但し、*印は３年毎とする。

点検年月日		
販売店名		
設置者(ユーザ)名		
型式		
機番		
点検者所属会社名		
点検者氏名		責任者印

No	部位	点検項目	準備	点検ﾎﾟｲﾝﾄ	点検方法	記録(異常レ点)	判定基準	判定(レ点)	備考･NG時のアクション
1.1	風車部	回転状態	回転時	異音･振動	目視･聴診･触診	□異常(　　　) □振動	—	□OK□NG	NG:発生源追求･修理
1.2	風車部	ブレードの外観	停止中	変形･亀裂･剥離･腐食	目視･触診	□変形□亀裂 □剥離□腐食	—	□OK□NG	NG:修理･交換
1.3	風車部	アームの外観	停止中	変形･亀裂･腐食	目視･触診	□変形□亀裂 □腐食	—	□OK□NG	NG:修理･交換
1.4	風車部	締結ﾎﾞﾙﾄ、ﾅｯﾄの緩み･組付け状態 (工事要領書と照合)	停止中	緩み	目視･増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め･修理
1.5	風車部	締結ﾎﾞﾙﾄ、ﾅｯﾄの錆び	停止中	錆	目視	□錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置･交換
1.6	風車部	風車ブラケット･ロータ	停止中	錆	目視	□錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
2.1	発電機	回転状態	回転時	異音･振動	聴診･触診	□異常(　　　) □振動	—	□OK□NG	NG:発生源追求･修理･交換
2.2	発電機	樹脂カバー外観	停止中	変形･亀裂･剥離･腐食	目視	□変形□亀裂 □剥離□腐食	—	□OK□NG	NG:修理･交換
2.3(*)	発電機	ｿﾚﾉｲﾄﾞの組付け状態	ｶﾊﾞｰ外す	変形有無	目視･触診		—	□OK□NG	
2.4(*)	発電機	ｿﾚﾉｲﾄﾞの動作	ｶﾊﾞｰ外す	ｱｰﾑの機能	目視･触診	□動作しない	—	□OK□NG	NG:修理･交換
2.5(*)	発電機	ｽﾘｯﾄ円板のｾﾝｻ溝の中央位置	ｶﾊﾞｰ外す	偏り有無	目視	□上に偏り　mm □下に偏り　mm	上下のｽｷﾏ1mm以上	□OK□NG	NG:ｾﾝｻ高さ調整
2.6(*)	発電機	ﾛｰﾀとｽﾃｰﾀの錆び具合	ｶﾊﾞｰ外す	赤錆有無	目視	□約10～50%錆 □約50%以上錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
2.7(*)	発電機	配線外観 ･ﾌﾞﾚｰｷﾁｭｰﾌﾞ外観	ｶﾊﾞｰ外す	ｷｽﾞ有無	目視･触診	□被覆にｷｽﾞ □挟まれｷｽﾞ	—	□OK□NG	NG:修理
2.8(*)	発電機	コイル抵抗	発電機側ﾘｰﾄﾞ線外す/手動ﾌﾞﾚｰｷを掛ける	断線有無	ﾃｽﾀｰ測定	U-V(　Ω) V-W(　Ω) W-U(　Ω)	□～□Ω	□OK□NG	ｺﾝﾄﾛｰﾗｻｲﾄﾞｶﾊﾞｰ内端子台の線符号GEU、GEV、GEW。NG:発電機部のﾘｰﾄﾞ線で際ﾁｪｯｸ、ここでもNG:交換
2.9(*)	発電機	絶縁抵抗 (3相線とﾌﾚｰﾑ間)	ﾘｰﾄﾞ線を外す	絶縁劣化	500Vﾒｶﾞｰ又はﾃｽﾀｰ計測	(　　　　Ω)	□Ω以上	□OK□NG	NG:地絡箇所を探して修理。発電機の地絡時は交換

3.1	ﾌﾞﾚｰｷ	効き具合	回転時	ﾊﾝﾄﾞﾙ操作	目視	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	NG:ﾜｲﾔ調整
3.2	ﾌﾞﾚｰｷ	ﾊﾝﾄﾞﾙﾚﾊﾞｰの外観	—	先端連結部錆び	目視	□錆□破損	—	□OK□NG	NG:錆だけのとき分解錆落とし防錆処置ｸﾞﾘｰｽ塗布・破損の時交換
3.3	ﾌﾞﾚｰｷ	ﾜｲﾔとﾜｲﾔｸﾘｯﾌﾟ	—	ｷｽﾞ・ねじ緩み		□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め・修理
3.4	ﾌﾞﾚｰｷ	電動ﾌﾞﾚｰｷ機能	—	効き具合	触診	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	ﾒﾝﾃﾅﾝｽﾓｰﾄﾞで操作確認。NG:修理
4.1	ﾊﾞｯﾃﾘ	端子の腐食	—		目視	□腐食	—	□OK□NG	NG:清掃
4.2	ﾊﾞｯﾃﾘ	樹脂ｹｰｽの外観	—	変形・ｷｽﾞ	目視	□変形	膨張変形	□OK□NG	NG:交換
4.3	ﾊﾞｯﾃﾘ	安全弁	—	液漏れ	目視	□噴出	液漏れ	□OK□NG	噴出物を素手で触らないこと。NG:交換
4.4	ﾊﾞｯﾃﾘ	端子の緩み	—		増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
4.5	ﾊﾞｯﾃﾘ	比重測定	—	規定値	比重計	値（　　　）	1.14～1.28	□OK□NG	硫酸液を衣服に付けないように注意。NG:充電・比重が上がらないとき交換
4.6	ﾊﾞｯﾃﾘ	液の管理	—	規定値	目視	□LOW以下	ﾚﾍﾞﾙ範囲	□OK□NG	NG:蒸留水補水
5.1	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	外観	—	腐食・変形	目視	□錆□変形	—	□OK□NG	NG:錆落とし補修
5.2	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	内部機器	電源ON	変色・異臭・異音	目視・臭覚・聴診	□変色□異臭□異音	—	□OK□NG	NG:修理
5.3	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	端子台・部品取付	電源OFF	緩み有無	増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
5.4	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	P板部品外観	—	変色・欠品	目視	□欠落（名称	—	□OK□NG	NG:交換
5.5	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	P板ｺﾈｸﾀ	電源OFF	緩み	触診	□緩み（ｺﾈｸﾀ記号　　　）	—	□OK□NG	NG:確実に差し込み
5.6	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	中継ｺﾈｸﾀ	電源OFF	緩み	触診	□緩み（ｺﾈｸﾀ記号　　　）	—	□OK□NG	NG:確実に差し込み
5.7	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	内部配線	—	変色・ｷｽﾞ	目視	□変色□ｷｽﾞ	—	□OK□NG	NG:修理
5.8	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	絶縁抵抗	電源OFF、BTPとBTN端子を外す	絶縁劣化	ﾃｽﾀｰ測定	□BTP（　　Ω） □BTN（　　Ω）	□Ω以上	□OK□NG	ｺﾝﾄﾛｰﾗには500Vﾒｶﾞｰを使用しないこと。NG:地絡箇所を探して修理
5.9	ｺﾝﾄﾛｰﾗ	ﾊﾞｯﾃﾘ電圧	開放電圧	規定値	ﾃｽﾀｰ	電圧（DC　　V）	□V以上	□OK□NG	NG:充電
6.1	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ	外観	—	変形・ｷｽﾞ	目視	□変形□ｷｽﾞ	—	□OK□NG	NG:修理
6.2	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ	ｿｰﾗｰ面の塵埃状態	—	塵埃堆積	目視	□塵埃堆積	—	□OK□NG	NG:清掃
6.3	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ	締結ﾎﾞﾙﾄ、ﾅｯﾄの緩み	—	緩み	増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
6.4	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ	締結ﾎﾞﾙﾄ、ﾅｯﾄの錆び	—	錆	目視	□錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
6.5	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ架台	外観	—	錆	目視	□錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
7.1	ﾊｰﾈｽ	外観	—	ｷｽﾞ有無	目視	□ｷｽﾞ	—	□OK□NG	NG:修理
7.2	ﾊｰﾈｽ	端子台の端子腐食	—	青錆有無	目視	□青錆	—	□OK□NG	NG:清掃修理・交換
8	ﾎﾟｰﾙ	外観	—	錆	目視	□錆（場所　　　）	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処理・基礎ﾎﾞﾙﾄ腐食の時ﾎﾞﾙﾄ・ﾅｯﾄ交換
9	発電	発電していること	ｶｯﾄｲﾝ回転中	—	目視	W	表示ﾊﾟﾈﾙ数値	□OK□NG	ｿｰﾗｰ発電のあるときには、ｿｰﾗｰを外してみる。NG:修理
10	ｶｯﾄｲﾝ動作	—	—	規定風速	表示ﾊﾟﾈﾙ	—	—	—	—
10.1	ｶｯﾄｲﾝ動作	—	—			rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理
10.2	ｶｯﾄｲﾝ動作	—	—			rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理
11	ｶｯﾄｱｳﾄ動作	—	—	規定風速	表示ﾊﾟﾈﾙ	—	—	—	—
11.1	ｶｯﾄｱｳﾄ動作	—	—			rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理
11.2	ｶｯﾄｱｳﾄ動作	—	—			rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理

12	発電制動	風車が□回転以下の時にｺﾝﾄﾛｰﾗ電源を切る	回転中	効き具合	動作目視	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	NG:修理・交換
13	表示ﾊﾟﾈﾙ	発電電力	回転中	妥当値	表示ﾊﾟﾈﾙ	W	—	□OK□NG	NG:修理
14	表示ﾊﾟﾈﾙ	回転数	回転中	妥当値	表示ﾊﾟﾈﾙ	rpm	—	□OK□NG	NG:修理
15	表示ﾊﾟﾈﾙ	ﾊﾞｯﾃﾘ電圧	—	妥当値	表示ﾊﾟﾈﾙ	V	—	□OK□NG	NG:修理
16	表示ﾊﾟﾈﾙ	積算電力	—	妥当値	表示ﾊﾟﾈﾙ	kWh	—	□OK□NG	NG:修理
17	AC100V 出力ﾗﾝﾌﾟ	風力発電	—	点灯	表示ﾊﾟﾈﾙ	—	—	□OK□NG	NG:修理
18	ｿｰﾗ発電	発電出力	開放電圧	点灯	表示灯 ・ﾃｽﾀｰ	電圧（DC　　V）	□～□V	□OK□NG	NG:修理・交換
19	AC 出力電圧	—	無負荷時	規定値	ﾃｽﾀｰ	電圧（AC　　V）	□～□V	□OK□NG	NG:修理・交換
C1	ﾊﾟﾜｰｺﾝﾃﾞｨ ｼｮﾅ	系統連系確認	運転時	発電表示 の確認	目視	□異常信号	—	□OK□NG	NG:発生源追求・確認・修理
C2	ﾊﾟﾜｰｺﾝﾃﾞｨ ｼｮﾅ	表示確認	運転時	ｴﾗｰｺｰﾄﾞ の確認	目視	□エラー有り	—	□OK□NG	NG:発生源追求・確認・修理

9　小形風車導入時の代表的な注意事項とその対策

小形風車を導入、設置する際には、事前の検討不足や小形風車をよく理解していないことが原因で、問題を起こすことの無いよう、十分注意する必要があります。

ここでは、小形風車選定時、設置業者選定時、小形風車設置時、及び小形風車設置後に起こりうる事例を基に、事前に検討しておく必要のある項目を示します。

9.1　小形風車選定時

小形風車を導入する際には、その使用目的と風況の確認、及び各メーカ提示の発電特性に関する事項や、安全性・信頼性（認証の有無）の確認が必要となり、それらの資料から、適切な小形風車を選定していきます。

事前の選定で十分検討がなされない場合、

- 風が吹かない場所だったため、ほとんど発電しない。
- 発電はしているが、目的とする負荷への電力が十分賄えていない。
- 安全性を無視し、安価な製品という名目だけで購入してしまい、小形風車が直ぐに故障した。（小形風車本体破損、電気的欠陥など）

といった問題が発生する恐れがありますので、導入の際には、機種の選定、及び風況の確認、また、小形風車の認証の有無などを確認し、より高い安全性、信頼性の製品の購入をお奨めします。⇒ 7.1

9.2　工事、施工業者選定時

小形風車を設置する際に、時として基礎工事やクレーン作業など、大がかりな重機を使っての設置や、系統連系タイプの場合の系統と接続するための電気工事を行うことがあります。このようなケースにおいて、必要な資格や正しい知識を持っていない施工業者を選定してしまった場合、

- 無資格者の操作、作業により事故が発生した。
- 選定した業者が資格を持っていなかったため、作業が出来ない。

といった問題が発生する恐れがありますので、各メーカまたはその代理店に相談し、施工業者の手配や事前の確認を行っておくことをお奨めします。⇒ 7.2

9.3　小形風車設置時

小形風車の設置に購入者本人が設置する場合も、施工業者に設置してもらう場合にも、事故が起こらないよう十分注意が必要です。

施工業者に行ってもらう場合は、前述②の項目にもいくつか上げていますが、それ以外でも個人設置の場合や、知識が乏しい業者に依頼する場合、

- タワーの垂直出しをきちんと行わなかったため支柱が傾き、風力発電機が風向に追従しない。
- タワーの固定をきちんと行わなかったため支柱が倒れた。
- 設置場所が狭くて、小形風車本体の回転で物にぶつかって破損した。

といった問題が発生する恐れがありますので、各メーカまたはその代理店に相談し、設置前の段階で十分

な打ち合わせをしたうえで設置を行ってください。

9.4　小形風車設置後

小形風車の設置が終わると実際の運転が始まります。小形風車を運転し始めることにより、騒音や振動、発電量に対する問題、苦情が出てくることがあります。

具体的には、

・小形風車の運転音により眠れない。

・小形風車の振動が気になる。

・近所から風車の音がうるさいというクレームが出た。

・晴天の日に、回転しているブレードの影や小形風車本体の影が住宅に入り、不快感が出る。（シャドーフリッカー、図9.4-1）

・回っているのに発電しない。（発電量が増えていかない）

・風車のブレード又は尾翼が損傷した。（図9.4-2）

といった問題が発生する恐れがあります。

発電量については、各メーカの機種ごとに小形風車が実際に発電を開始するカットイン風速がありますので、その仕様・特徴を事前に確認し、説明を受けておく必要があります。小形風車に異常が見受けられる場合は、各メーカ及び代理店にお問い合わせ下さい。

騒音や振動の場合においても、事前に各メーカの小形風車の騒音、振動の特徴・要因に関して十分に説明を受けて下さい。住宅地や近くに騒音の影響を与えてしまうおそれのある建物がある場合は、各メーカと相談の上、設置場所、設置方法を検討することをお奨めします。（図9.4-3）

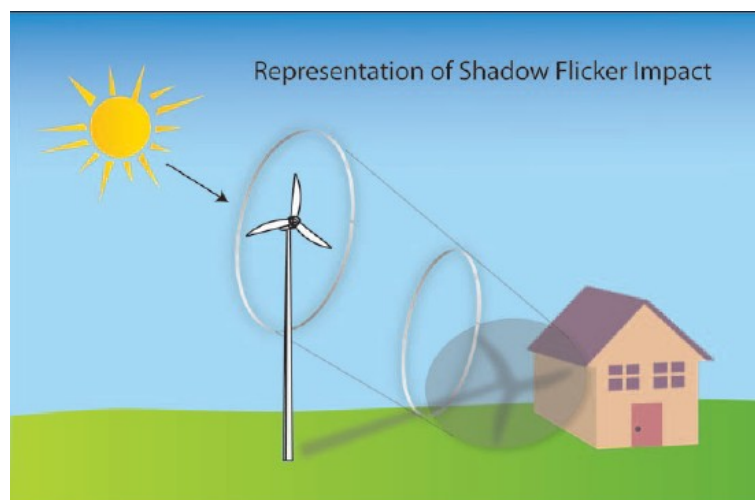



図9.4-1　シャドーフリッカーのイメージ

（In the Public Interest How and Why to Permit for Small Wind Systems AWEA 2008,9月）

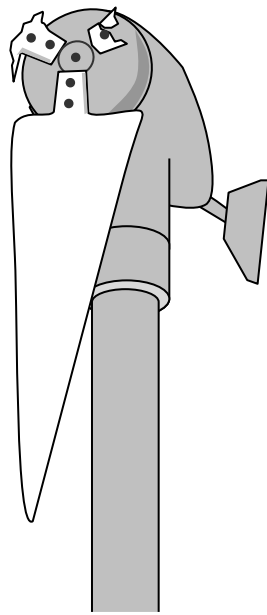



図9.4-2　ブレードの損傷のイメージ

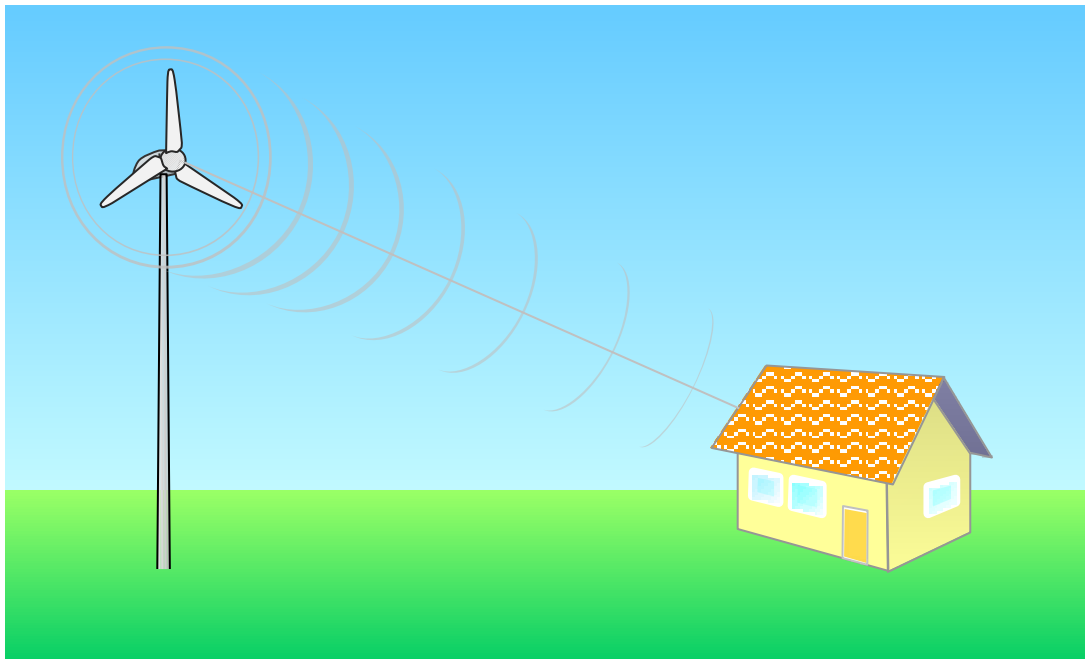



図9.4-3　風車音の距離減衰イメージ

10　「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」対応の系統連系タイプの導入・設置について

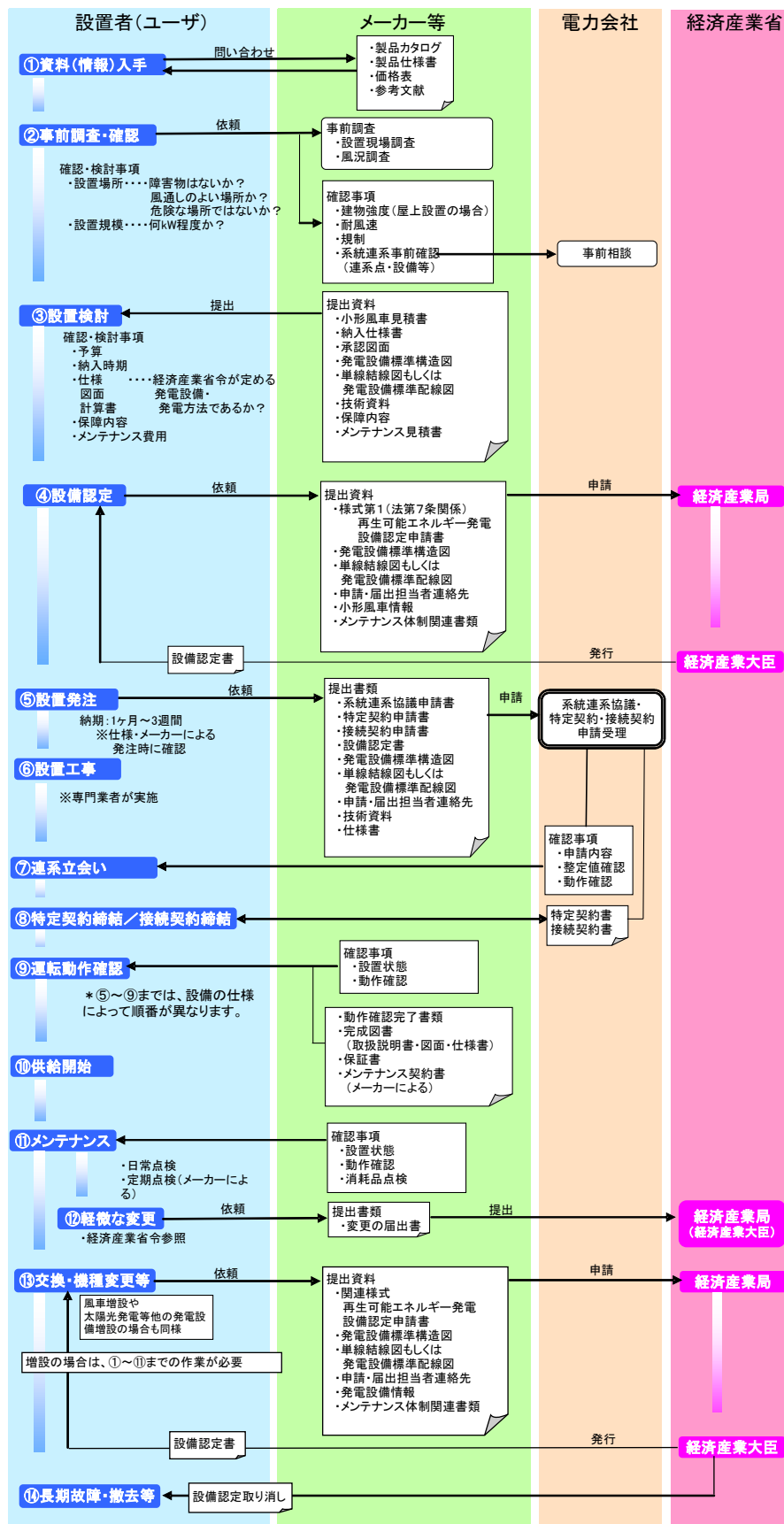



図10.1-1　小形風車の導入フロー

10.1 固定価格買取制度

エネルギー自給率の向上、地球温暖化対策、日本の産業の育成等を主眼に、広く再生可能エネルギーの普及・拡大を図るため、平成23年8月に再生可能エネルギー電気特別措置法が成立し、平成24年7月1日から「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」（Feed-in tariff）が始まりました。

この制度では、電力会社には、一定の価格・期間で、再生可能エネルギーでつくられた電気の買い取りが義務付けられるとともに、電気の利用者は「賦課金」として、電気料金の一部を負担する仕組みです。

本章は、設置者（ユーザ）が、「固定価格買取制度」の中で小形風力発電に関連する買取価格・買取期間および特定供給者として同制度を利用するための手続き等を解説するため、従前の導入の流れである7章に追記、一部修正して再構成しました。尚、導入までの流れとしては、冒頭の「図10.1-1　小形風車の導入フロー」に示します。

10.1.1 買取価格及び買取期間

表10.1-1　小形風車の買取価格および期間（平成24年度）

	20kW 以上	20kW 未満
調　達　価　格	23.1 円	57.75 円
調　達　期　間	20 年間	20 年間

買取価格は、経済産業大臣の設備認定を受けた時又は接続契約の申請書の書面を電力会社が受領した時のいずれか遅い時点を基準時とし、買取期間は、特定契約に基づく電気の供給が開始された時から起算します。

電力会社による買取価格・期間については、再生可能エネルギー源の種類や規模などに応じて、「調達価格等算定委員会」が公開の場で審議を行い、その意見を受けて、経済産業大臣が告示します。買取価格･期間は、原則として毎年度見直した上で、公示されます。同法の施行後3年間は、集中的な再生可能エネルギーの利用拡大を図るため、再生可能エネルギー電気の供給者の利潤に特に配慮することとしています。本表は税込で表記していますが、告示上は「税抜き価格＋税」という形で規定されています。

10.1.2 設備認定基準

本制度で売電をするためには、設備認定を必ず受ける必要があります。設備認定とは、法令で定める用件に適合しているか国において確認するものです。

本制度に基づく特定契約を締結されるに当たっては、設置場所エリアを管轄する経済産業局へ設備認定の申請し、経済産業大臣から発行される認定通知書を持参し、売電を希望される電気事業者に申し込みをすることになっています。

小形風車の設備認定基準（同法第6条関係）は、下記のとおりです。

1. 調達期間中、導入設備が所期に期待される性能を安定的に維持できるようなメンテナンス体制が確保されていること（メンテナンス体制を示す書類※1を添付すること）。

   ※1：当該設備のメンテナンスをメーカや外部に行わせる場合には、当該メーカや外部に国内メンテナンス体制が常時確保されていること及び問題が生じてから３ヶ月以内に修理作業を開始でき

ること、それぞれを証明する書面をいう。また、発電事業者自らがメンテナンスを行おうとする場合には、発電事業者が上記と同様の対応が可能であることを説明したメンテナンスを行う国内社内体制（技術者の配置状況）を証明する書面をいう。

2. 電気事業者に供給された再生可能エネルギー電気の量を計量法に基づく特定計量器を用い適正に計量することが可能な構造となっていること（配線図及び構造図を添付すること）。

3. 発電設備の内容が具体的に特定されていること（製品の製造事業者及び型式番号等当該認定設備の内容を特定することのできる記号・番号を証する書類、又は、設備の設計仕様図若しくはそれに準じる書類を添付すること）。

4. 次年度以降の調達価格の算定に当たり、各再生可能エネルギーのコスト構造を把握するため、当該設備の設置にかかった費用（設備費用、土地代、系統への接続費用、メンテナンス費用等）の内訳及び当該設備の運転にかかる毎年度の費用の内訳を記録し、かつ、それを毎年度１回提出すること。ただし、住宅用太陽光補助金を受給している場合は不要。

5. 当該認定の申請に係る再生可能エネルギー発電設備が風力発電設備であって、その出力が二十キロワット未満のものであるときは、日本工業規格C 1400-2に適合するものであること、又はこれと同等の性能及び品質を有するものであることが確認できるものであること。[※2]

※2：JIS基準（JISC1400-2）又はJIS基準に準じた認証（JSWTA(日本小形風力発電協会)が策定した規格の認証又はJSWTA認証相当の海外の認証機関の認証）を得ていること。

10.2 資料請求、事前調査・確認

10.2.1 資料（情報）入手

小形風車の導入を検討する場合、まず、どのような製品があるのかを確認します。小形風車は、メーカによって、外観や寸法、仕様が異なりますので、設置場所にあった製品を選ぶために、資料を入手します。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

○インターネットで、小形風車メーカや販売店のホームページを見る

○ホームページからカタログや資料を請求する

○メーカや販売店のショールームを訪問し、カタログを収集する。

資料の中で、確認すべき点は以下のとおりです。

○製品の仕様（外形、寸法、設置高さ、重量）

○発電量（年間予測発電量、CO_2削減量）

○安全面（台風時の停止方法、耐風速）

○価格表（機器費、オプション機器費、送料等）

2.1.1.1　風車の基本構成

風車は、風のエネルギーを電力、動力など、ほかのエネルギーに変換する装置です。特に、ロータの受風面積が200m^{2}未満で風のエネルギーを電気に変換するものを小形風力発電システム（小形風車）と呼びます。

一般に、系統連系タイプの小形風車は表10.2-1に示す要素で構成されています。構成要素は、サイズ・機種ごとに異なりますが、基本的なサブシステムは共通のものです。また、電気システムの代表的機器を表10.2-2に示します。

表10.2-1　風車の基本構成

サブシステム	構成要素	機能
ロータ	ブレード、ハブ等	風のエネルギーを回転エネルギーに変換する。
伝達システム	主軸、増速機等	ロータによって生じた回転エネルギーを発電機に伝達する。
電気システム	発電機、パワーコンディショナ等	主軸の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する。
制御・保護システム	ピッチ制御、ヨー制御、ファーリング、制動等	風車を効率よく、かつ、安全に運転・停止する。
支持物	支柱等	ロータを風況がよい、高い位置に支持する。

表10.2-2　電気システムの代表的機器

機器（略語）	説明
DC/DCコンバータ	小形風車の直流電圧をパワーコンディショナに整合させるために使用する装置。パワーコンディショナは、MPPT制御※3を採用しているので、風車の特性と連系時の特性が整合しないため、DC/DCコンバータに太陽電池と同等の特性をもたせ、整合性が取れて連系運転がスムースに行われるような特性をもたせる場合もある。
パワーコンディショナ	電力系統と接続するための直流/交流変換装置で、連系に必要な機能・系統保護機能をもつ。
トランスデューサ	電流、電圧、電力などを計測装置に送信するための変換器。
制御盤	小形風車の運転状態を制御し、小形風車の出力を制御する部分であり、またパワーコンディショナに入力する電圧を制御する機能等を有する場合がある。

※3：MPPT（Maximum Power Point Tracking、最大電力追従）制御のこと。出力電圧をピークに一致させる制御を行う。この制御方法は、山の頂上を探すことから山登り法とも呼ばれている。

10.2.2 事前調査・確認

事前調査では、設置現場調査および風況調査（任意）を行います。さらに、設置場所に関しての確認事項をチェックしていきます。小形風車を設置するには、事前に設置場所が発電に適しているかを確認することが必要です。風のエネルギーは、設置環境によって大きく変動しますので、メーカや販売店に事前調査を依頼し、発電に適した場所であるか、また、どの場所に設置することが望ましいかを確認します。

事前調査の際に確認すべき点は以下のとおりです。

a)　設置検討場所のまわりに風を妨げる障害物はないか：

屋根や木がある場合には、それ以上の高さに設置することが望まれますが、これが難しい場合には、障害物から最低でも3m以上離れた場所に設置するようにします。

b)　発電に十分な風力エネルギーがあるか：

メーカや販売店に事前調査を依頼する場合には、可能な限り、設置検討場所の風速を測定してもらいます。風速は時間帯や日、季節によって変動しますので、当日の測定結果だけでの判断では十分でない場合もありますが、設置した場合にどれくらい発電するかの目安を知ることができます。

c)　危険な場所ではないか：

小形風車本体はブレードが回転するため、人の手の届かない高さ・場所へ設置することが必要です。また、車や木の枝があたる可能性がある場所も避けるように設置場所を検討します。

d)　高さ制限等の規制はあるか：

設置場所の地域によっては、設置高さ制限がある場合があります。お住まいの自治体へ確認するか、メーカや販売店へ確認します。

10.2.2.1　心構え

実際の導入の手順に入る前に、基本的な心構えを、次に示します。

a)　小形風車に対する誤解の解消

小形風車に対する誤解から失敗する例が多数あります。これらを避けるためにも、この導入手引書などを参考に小形風車を十分理解しておく必要があります。代表的な誤解の例を、以下に示します。

・風ががなくても回って欲しい気持ち。
・わずかでも回っていれば、発電しているのではないかという期待。
・普段段は音が小さいので、強風時にも騒音がしないという勘違い。
・停止したいときに、止められない可能性。

b)　小形風車及び導入環境・保守の整合性

小形風車の安全性は、設計上想定されている導入・運用条件が、実際に満たされているか否かに強く依存します。言い換えると、設置・運用において、設計上の前提条件のいずれかが守られなければ、システムは容易に破損する危険性を秘めていることを十分認識しておく必要があります。このことから、次の項目を事前に確認・認識し、実行することが必要不可欠です。

1) 導入計画地点に安全上・環境影響上どのような要求事項があるか。
2) その要求事項を満たす小形風車・小形風車本体はいかなるものか。
3) 長期にわたり十分な機能を確保するにはどのような点検・整備が必要か。

10.2.2.2　導入目的

計画の際に小形風車を導入する目的を確認しておきます。高めの発電量を実現するためには設置地点での卓越した年平均風速が必要となり、使用目的への適合性を判定する目安となります。当初の目的があいまいになっていると、計画段階で判断ミスを招いたり運用段階で期待した結果を得ることが出来ないことになるので、あらかじめしっかりと確認しておく必要があります。

単なる環境アピール、啓発・教育用であれば少しの発電量でも目的を達することになりますが、実用性を

期待する場合には十分な発電量が求められることになり、高めの平均風速や大きめのシステム規模が条件となります。

10.2.2.3　調査・確認項目

小形風車では、風車を設置する場所がある程度決まっている場合が多いので、そのような場合を想定して、事前に調査・確認すべき内容を、次に示します。

a) 設置条件調査

まず、小形風車に関する一般的な注意点を確認し（表10.2-3）。さらに、設置地点ごとに特に注意が必要な項目についても確認します（表10.2-4）。

表10.2-3　小形風車の設置に関する一般的注意点

	項目	一般的注意点
1	耐風速	風車の耐風速が十分か否かを判断するに当たり、設置候補地点に要求される最大瞬間風速を確認します。建物などの周囲の状況によって最大瞬間風速は上下しますが、市区町村の建設課、建築家などに尋ねれば、一般的な知識が得られます。
2	騒音	風車の騒音が近所の家にとって迷惑なものとなり得ることを十分承知し、注意する必要があります。
3	雷	一般に小形風車は落雷に対する耐力はないので、落雷及び誘導雷の影響が懸念される場合には、対策が必要となります。（**JIS A 4201** 建物等の雷保護、及び **TS C 0041** 風車の雷保護を参照）。

表10.2-4　設置場所に特徴的な注意点

	設置場所	特徴的な注意点
1	住宅街、 公園、 街路など	・騒音・破損による影響が及ばないように設置場所に注意する必要があります。 ・街路などではトラック、バスなどの背が高い車に接触しないように注意する必要があります。 ・交通量の多い街路などでは、排気ガスによって腐食が進行しやすいので注意が必要です。
2	建物の 屋上・屋根	・小形風車本体の振動が建物の振動・騒音の原因となることがあります。 ・ビルの屋上では、風向・風速が急激に変化する場合があります。 ・万が一、ブレードなど小形風車の一部が飛散した場合には高所からの落下物となり極めて危険です。 ・既設の避雷針の保護角からはみ出る場合には、避雷針を新設する必要があります。また電気ブレーキが誘導雷によって故障するとブレーキが効かなくなる可能性があり注意が必要です。
3	山岳地 寒冷地	・高標高地では空気密度低下に比例して発電量が減少します。 ・氷結によって制御・保護システム(ピッチ機構、ファーリング機構など)の機能が損われると、小形風車の安全性が失われ破損する可能性があります。 ・寒冷地ではブレードなどの構造物のほか、機器・潤滑油などの特性が変化する可能性があります。

4	海岸付近	・十分な塩害対策が必要です(制御盤、蓄電池、スプリング、尾翼など)。

b) 風況調査

コンセプト作成に先立ち、設置を計画している周辺で、年間を通してどの程度の風速があるかを調査します。風車は風のエネルギーの一部を電力に変換する装置なので、十分な風速がない地点では、計画通りの発電電力量は見込めません。台風、季節風などで高風速地との印象がある地域でも、年間を通すとあまり高い風力エネルギーがない場合もあるので、年間を通しての評価が必要です。

概略の風況を知る方法として、1)及び2)がああげられますが、より定量的に把握するには、3)～5)の方法を用います。

なお、3)及び5)については、どのような地点で観測されたデータか確認します。

風況調査のレベルすなわち風速の精度は、どの程度経済性を重視するかによって上下します。経済性を重視する場合には精度の高い風況調査が求められます。

1) 長年住んでいる土地であれば経験として風の強い地点がわかる。
2) 近隣に大形の商業風車が設置されている場合、風の強い地帯と考えられる。
3) NEDOの局所風況マップ
4) 気象庁のAMeDAS（アメダス）情報
5) 近隣の消防署

a) 小形風車クラスと耐風速について

小形風車クラス（SWTクラス）とは、小形風車を設計するうえで考慮する風条件を分類して示したものであり、小形風車の標準規格である「風車-第2部：小形風車の設計要件(JIS C 1400-2(2010) 」の6.2節に記載されています。小形風車はSWTクラスによる分類によって定められる風条件のもと強度設計がなされ、型式試験における耐久性試験などが実施されます。特に認証された小形風車については、このSWTクラスが明確になっているので、設置者は設置場所の風特性の風条件に適合するSWTクラス小形風車を選定することが推奨されます。表10.2-5にSWTクラスについて示します。

表10.2-5　SWTクラスの基本パラメータ　(JIS C 1400-2, 2010)

SWTクラス	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30	設計者が定める値。
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6	
I_{15} (－)	0.18	0.18	0.18	0.18	
-上記の値は，ハブ高さにおいて適用する。 - I_{15}は，風速15 m/s時の乱流強度の無次元特性値。					

SWTクラスにおけるV_{ave}とはハブ高さにおける年平均風速と定義され、またV_{ref}とは50年に1回の頻度で発生する10分平均風速の極値を意味し「基準風速」として定義されます。さらに小形風車の設計における風条件にはV_{e1}とV_{e50}があります。V_{e50}は50年に1回の頻度で発生すると3秒平均風速の極値を意味し「極値風速」として定義されています。なおV_{e50}は式(10.2-1)で示され、式によると極値風速(V_{e50})は、観測高さとハブ高さが同じであれば、V_{ref}の1.4倍となります。例えば、SWTクラスIの極値風速は、50m/s×1.4倍＝70m/sとなり、SWTクラスIIの極値風速は、42.5m/s×1.4倍＝59.5m/sとなります。

またV_{e1}は1年に1回の頻度で発生する3秒平均風速の極値を意味し、V_{e50}をもとにした式(10.2-2)により示されます。

なお、小形風車の仕様には、まれに耐風速といった表示がされますが、主に極値風速(V_{e50})に相当します。(耐風速はあまり明確な用語ではないため、SWTクラスのどの定義に属するのかメーカに確認することを推奨します。)

$$V_{e50} = 1.4V_{ref}\left(\frac{z}{z_{hab}}\right)^{0.11} \quad \cdots\cdots (10.2\text{-}1)$$

z: 観測高さ(m)

z_{hab}: 小形風車ハブ高さ(m)

$$V_{e1} = 0.75V_{e50} \quad \cdots\cdots (10.2\text{-}2)$$

10.3 設置検討

事前調査・確認をふまえて、メーカより各種資料を入手します。その際に、設置者（ユーザ）は、予算、納期、仕様、保証内容およびメンテナンス費用等を確認し、またどれだけの発電量を得られるかなどを推定計算し、その発電量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかも検討することが重要です。

＜メーカからの提出資料＞

○見積書（機器費、送料、工事費、動作確認費、特定契約申請費、接続契約（連系協議）申請費、連系立会費）

○納入仕様書（製品仕様書、システム結線図、製品外観図）

○納入スケジュール（製品納期、工期、連系予定日、発電開始予定日）

○発電量シミュレーション（年間予測発電量、年平均風速）

○設置予定場所概略図（設置予定場所、建物からの離隔距離）

○メンテナンスに関する資料（交換部品の有無、点検費用、耐用年数）

○保証内容（保証年数、保証内容）

10.3.1 風車調査

入手可能な風車について、市販のカタログ、インターネットなどによって調査します。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

10.3.2 風車の仕様

小形風車の一般的な仕様と導入に当たっての読み方について表10.3-1に示します。なお、ここで“風速”とは、水平軸型の場合、ロータの回転中心における値を指し、垂直軸型の場合にはロータの中心高さにおける値を指します。

表10.3-1　代表的な風車仕様

仕様[単位]	説　明
ロータ直径[m]	一般に、発電量PEはロータ面積S(ロータ直径Dの2乗)に比例して大きくなる。
定格出力[W]	連続運転が可能な最大の出力。常時発電できる出力ではない。
定格風速[m/s]	定格出力に達する最低の風速。定格出力を得るのにどの程度の風速が必要かを読み取る。ただし、この場合の風速は1分平均値を指し、瞬間的にこの風速に達していても、出力は上下する場合がある。
基準出力[W]	風速11m/sの時の出力である。基準出力は、基準風速時の出力ではない。各種小形風車の比較に用いられる場合がある。
始動風速[m/s]	風車が回転しはじめる風速。実用的発電電圧が得られるまで実用的な出力は得られない。
カットイン風速[m/s]	実用的発電電圧が得られる風速で、発電開始風速とも呼ばれる。カットイン風速が低い風車は、低い風速でも比較的よく回るが、この風速での出力はわずかであり、年間発電量にはほとんど影響しない。
カットアウト風速[m/s]	発電を停止する風速で、運転停止風速とも呼ばれる。ただし、多くの小形風車はカットアウト風速をもたず、回転速度を低くして運転し続ける。なお、一般にカットアウト風速を超える風速は、発生頻度が極めて低いので、年間発電量にはほとんど影響はない。
耐風速[m/s]	構造物が耐えられるよう設計されている最大風速の慣用名称。JIS C 1400系規格の中では「極値風速」を用いる。実際の小形風車本体の設計の際は、荷重ケースとして極値風速が用いられる。これらを踏まえて、導入計画の際には、設置地点で想定・要求される最大瞬間風速と比較して、十分安全な小形風車を選定する必要がある。また、設置場所の風特性の風条件に適合するSWTクラスの小形風車を選定することが推奨される。
極値風速[m/s]	t秒間で平均した最大平均風速で、T年という指定期間（再現期間）内で起こりえる風速。一般的には再現期間T=50年およびT=1年、平均時間t=3秒およびt=10分を用いる。
ハブ高さ[m]	ロータ回転中心の高さ。ハブ高さが高い方が風速は高く、乱れが小さい風が得られ、発電量が増す。なお、支柱及び基礎は、強度のほか、ロータとの共振に注意する必要がある。
回転速度[1/min]	ロータの回転速度。可変速風車では上限値と下限値で表示される。
出力／回転速度制御・保護	通常の発電時に小形風車を効率よく、かつ、電気的な容量を超えないように運転する行為が出力制御又は回転速度制御で、強風時、故障時、停電時などに、風に働く荷重を設計強度の範囲内に保つようにする行為が小形風車の保護である。
主ブレーキ	過回転を防止する装置。

仕様[単位]	説　明
補助ブレーキ	主ブレーキが故障などで作動しない場合に、ロータの過回転から回避するための装置で、安全性に対する重要な要素である。ただし、小形風車においては、両者の区別が明確でない機種も多数存在する。
発電電圧	機種により、48、110、220 V などがある。同じ電力であれば電圧が高い方が、配電ケーブルを細くできる。
ブレードの材質	木、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)、金属などがある。長期に使う場合は GFRP などの複合材料の方がよいであろう。また、木製の場合は、日本の湿度に対する耐候性の観点から、十分なカバーリングが必要である。
質量[kg]	設置時などに重要な目安となる。一人で設置できるのは、十数 kg 程度までと考えた方が無難である。

10.3.3 システム選定

小形風車は、動作・機能が異なるので、適切なシステムを選定する必要がありますが、本章では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT；Feed-in tariff）対応のため、「系統連系タイプ」のシステムを構築することになります。

表10.3-2　基本システム

システム		概略動作・機能	システム略図
系統連系タイプ		小形風車の出力をそのまま系統に供給する方式で、風速に応じた出力を系統に供給するシステムである。 ただし、設備認定基準を満たす小形風車である必要がある。小形風力発電機の認証取得を確認の上、選択する必要がある。	

10.3.4 リスク評価

風車の強度・安全性は、設計上想定している状態が確保されていることが前提となります。そのため、安全上、フェイルセーフの考え方を盛り込んだ評価を行こなう必要があります。評価のポイントは、次の5点で、これらにおいて、最大限の可能性を想定して、検討しておく必要があります。

1) 故障ケースのリストアップ。
2) 個々の故障ケースに関して、引き続き小形風車に如何なる状態に発展する可能性があるか。
3) 各々の可能性を追求してゆくと、最終的にはどのような状態に達するか。
4) それらの過程・状態によって想定される対物・対人被害の程度。
5) それらを回避する手段。いかに故障検知するかも含めて、計画に反映する。

故障を速やかに検知できない場合には、原則的に無人運転でも安全性を確保する必要があります。また、電気的制御も含めて、電気が切れた場合にも、小形風車の安全性を確保する必要があります。

10.4 「固定価格買取制度」に関する申請

基本的に導入までの流れにつきましては、冒頭の「図10.1-1　小形風車の導入フロー」の中に示しておりますが、ここでは、「固定価格買取制度」においてポイントとなる各申請について以下に示します。また、各申請は専門的知識が必要となるため、メーカや設置業者等への代理申請の依頼することをおすすめします。

10.4.1 系統連系のための事前相談

系統連系を行うための要件や留意点について、事前に電力会社に確認・相談することをおすすめします。

事前相談に当たっては、以下の内容を伝える必要があります。その際に、特定契約や接続契約に関する申請の方法についても確認する必要があります。

・設置場所
・小形風車の仕様
・パワーコンディショナの仕様（出力、保護装置仕様等）
・システム構成
・連系の方法（低圧連系、もしくは高圧連系）　等

10.4.2 設備認定申請

「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」で売電するためには、事前に設備認定を必ず受ける必要があります。設備認定とは、法令で定める要件に適合しているか国において確認するものです。本制度に基づいて電力会社と特定契約および接続契約を締結するためには、経済産業省ホームページより設備認定に係る申請書を入手し、設置場所エリアを管轄する経済産業局へ申請します。（申請書以外にも提出する書類があります。）

なお、設備認定基準（10.1.2　設備認定基準参照）を満たす小形風車の導入が前提となりますので、各社の小形風力発電機の認証取得（5.1　小形風車本体の認証制度の概要を参照）を確認の上、小形風車を選択する必要があります。

（様式や記載内容）

・様式第１（第７条関係）再生可能エネルギー発電設備認定申請書
・発電設備標準構造図
・ 単線結線図もしくは発電設備標準配線図
・申請・届出担当者連絡先
・風力発電システム情報
・メンテナンス体制情報：メンテナンス契約内容、体制等について示します。
・連絡体制情報

なお、各地方経済産業局へ申請書を提出してから、設備認定通知までは、通常１か月程度かかります。

10.5 設置発注

10.5.1 設置業者への発注

事前調査・確認のために、これまでメーカより各種資料を提出してもらいますが、設置者（ユーザ）は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その推定発電量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかも検討し、最終的に、設備認定通知が届いたら、設置業者へ物品や設置工事発注を行うかを判断します。接続契約の申請後に接続に必要な費用が発生する場合がありますので、注意が必要です。

10.5.2 系統連系協議、特定契約および接続契約申請

本節の前に「６章パワーコンディショナ（小形風車を系統につなげるためには）」を参照してください。

「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」において、電力会社とは系統連系協議の申請、特定契約の申請および接続契約の申請が必要となります。電気事業者の窓口に必要となる各申請書を作成し、経済産

業大臣から発行される認定通知書およびその他電気事業者より請求された書類を持参の上、申請します。

なお、小形風車のような50kW未満の発電設備等の場合は、接続契約の申請後、電力会社において接続に必要な検討を行います。その期間を考慮して連系希望日を決定する必要があります。

（提出書類等の例）

・系統連系協議申請書
・特定契約申請書
・接続契約申請書
・設備認定書
・発電設備標準構造図
・単線結線図もしくは発電設備標準配線図
・申請・届出担当者連絡先
・技術資料
・各種仕様書

10.6 設置工事

風車設置工事については、専門業者へ委託することが絶対条件です。また場合によっては、行政、電力会社などに対する申請・調整が必要となりますので、注意が必要です。

10.6.1 タワー（支柱）の材質・構造

小形風車の建設は、風車のタワー（支柱、マスト、ポールともいう。）の種類によって異なります。通常、鋼管が使用されますが、移動用としてアルミポールも用いられます。支線(ガイワイヤ)で支える方法以外はあまり望ましくありません。電柱用として使用される木柱、コンクリート柱は密な構造なので適していますが、運搬、設置などが難しくなります。

10.6.2 タワー（支柱）の支持方法

支持方法は、モノポール、ガイワイヤ方式、壁取付、屋上置き基礎方式があり、それぞれ設置場所の環境によって工夫を要します。

10.6.3 基礎工事

基礎工事は、壁取付、置き基礎方式を除いて通常コンクリート基礎が用いられます。基礎工事は専門家に任せます。

10.6.4 建設工事

建設スペースを確保する。特にワイヤなどでマストを支える方式では、マストを倒したときのスペースが必要になります。また、重機で建設する場合は、重機が通行できるアプローチも確保しておく必要があります。

10.6.5 接地工事

漏電による感電、電気火災、電気機器の損傷などを防止するために行います。風車の絶縁電線と充分に絶縁被覆された軟銅線（直径1.6mm以上又はそれと同等以上）とを接続して接地します。

10.7 運転動作確認（竣工検査、試運転）

10.7.1 引渡し書類

以下に、その例を示します。

a) 竣工検査成績書　施工業者が設備状況の確認を行なって不具合のないことを記載したもの
b) 取扱説明書　小形風車メーカ発行の機器取扱いを記載したもの
c) 保証書　小形風車メーカ発行の機器の保証及び成績を記載したもの

10.7.2 竣工検査で確認すべき事項について

点検の目的は専門の施工業者が自ら完成した工事状況の確認を行い、万が一不具合が発生した場合は、必ず正常な状態にして設置者に引渡します。

a) 目視点検：風車、中継端子箱(接続箱)、パワーコンディショナ、その他(電力量計・開閉器他)、等があります。
b) 測定試験：小出力発電設備(小型風車で、出力20kW未満のもの)システムの竣工時に測定し確認する項目があります。
c) 連系確認：電力会社と運転・停止、自立運転、発電電力(パワーコンディショナの出力表示)等系統連系に関する動作確認があります。
d) 特定契約締結および接続契約締結：電力会社との各契約が締結に関する内容を確認します。

10.7.3 竣工検査

設置工事後、運転を開始する前に竣工検査および試運転を行います。一般的な項目は、次節の3か月点検に示した内容に準じて確認します。そのほか、小形風車のロータが高速の回転構造物である観点から、振動に関する確認が必要です。設計上想定しているよりも大きな振動が発生する場合には、加振力が大きい場合、及び加振周波数と固有振動数とが近い場合が考えられますので、これらを見極め、確認する必要があります。試運転時の確認項目及び対策例を**表10.7-1**に示します。

表10.7-1　試運転時の確認項目及び対策例

	項目	内容
1	振動数	設計した固有振動数に対して許容できる範囲に収まっているかを確認する。 許容できないレベルの場合には、ロータの回転及び、支柱後流に交替して現れる渦(カルマン渦)の作用で共振し、重大な事故に発展する可能性があるので、タワー（支柱）や支持部の剛性を改善したり、振動を発生しにくくするための改修が必要になる。不明な場合には、専門家に相談する。

2	ロータ加振	設計上想定しているよりも大きな振動が発生している場合、小形風車の寿命を著しく低下させ、重大な事故に発展する場合がある。代表的な振動の発生要因及びその振動低減方法の例をa)～c)に示すが、設置段階で最も生じやすいのはa)である。 なお、一般にブレードの数が少ない方が、1枚のブレードに力が集中するので、大きな振動が発生しやすくなる。 a) ブレードの設定角度誤差大 → 設定をしなおす。 b) ブレードの形状変化(表面の傷など) → 表面の修理。 c) ロータの重心偏差。

10.8 供給開始

風力発電装置を設置して実際に運用している間の注意点を表10.8-1に示します。繰返しになりますが、設計上前提としている正常な状態が確保されていない場合には、耐風速よりも大幅に低い風速でも破損の危険性があるので、至急修理・対策が必要です。また、設置後に問題点が明らかになると、管理者が随時手動で停止させる必要があります。

表10.8-1　運用上の注意点

	運用上の問題	現象	説明・防止策
1	経年変化	騒音の増加	設置当初は比較的静かでも、何年か経過すると機械摩耗などによって、機械騒音が大きくなる場合がある。 予防策としては、回転部分のグリースは、仕様(特に粘度、温度特性)を確認の上、定期的に充てんする。 対策として、摩耗部品の交換や小形風車本体の交換がある。
		振動の増加	ブレードの取付け角がずれると振動が増加するので、固定箇所の確認を行い、修正する。
		塗装のはがれ	風に含まれる砂などの微小な粒子の影響でブレード前縁端部の塗装がはく離することがある。この場合、ブレードの強度を確保するために補修塗装などの処置を必要とする。 海岸部に設置する際には、特に注意が必要である。
2	支柱の変化	さびの発生	塗装の種類(耐塩塗装、亜鉛めっき)によっては寒冷地での温度差、大気中の塩分濃度の影響を受ける。また、塗装ムラの場合はさびが発生する。 特に基礎コンクリートとの固定部分などにさびの発生が見られます。 対策としては、こまめな補修塗装などが必要である。
3	強風時	騒音増加、振動増加、破損など	通常、強風時には、通常の低風速時にはなかった大きな騒音・振動が発生する。問題になる場合は、停止する以外に有効な対策はない。 最近電気的に回転数を制御する機能付きの製品が出はじめましたが、制御部が破損すると暴走運転するものもあるので気をつける必要がある。
4	電気的な変化	接触不良、配線の断線、端子部分のさびなど	水平軸風車は風向に正対するために配線がねじ（捩）れたり、微小な振動などで、電線の被覆にきずがついたりする場合がある。 一般に、端子部分は防水カバーになっているが、空気中の水分は支柱内を抜けるので、点検時に清掃が必要である。 また、スリップリングの焼損事故事例から、特に高速形風車は注意が必要である。
5	着氷・着雪	保護システム 機能喪失など	制御・保護システムが氷結すると、本来の機能を喪失する。この状態では低い風速でもロータが過回転に達する場合がある。リスクがある場合には、停止させておく以外に有効な手段はない。

10.8.1 メンテナンス

小型風車のメンテナンスについては、8章に詳細を示します。

調達（売電）期間中、導入設備が所期に期待される性能を維持できるような保証又はメンテナンス体制が確保されている必要があります。

10.8.2　年次報告

次年度以降の調達価格の算定に当たり、各再生可能エネルギーのコスト構造を把握するため、当該設備の設置にかかった費用（設備費用、土地代、系統への接続費用、メンテナンス費用等）の内訳及び当該設備の運転にかかる毎年度の費用の内訳を記録し、かつ、それを毎年度１回提出する必要があります。

10.8.3　軽微な変更

経済産業省が定める軽微な変更が発生した場合は、変更の届出書を経済産業局に提出します。

10.8.4　交換・機種変更、廃止・撤去

いったん認定を受けた設備に変更が生じる場合、再認定を受ける必要があります。増設・リパワリングの場合も同様に再認定の対象となりますが、それらの電気の供給量が明確に計測でき、それが配線図等により確認できる場合は、その出力の増加分について、買取対象とすることができるようになります。

また、長期にわたって発電しない場合、主要機器が破損した場合は、経済産業省へ報告する義務があり、状況によっては設備認定が取り消されます。詳しくは、経済産業省のホームページをご確認下さい。

10.8.5　価格区分の異なる複数の認定設備を併設する場合の取扱い

複数の種類の再生可能エネルギーの設備を併設する場合は、それぞれの設備からの電気の供給量が個別に計測できる設備となっており、それが配線図等により確認できる場合は、それぞれについて個別に設備認定を行い、適切な調達価格が適応されます。ただし、合計量しか計測できない場合は、適用する調達価格が低い方の設備に適用される価格での売電となります。

10.9 関連法規

この章では、小形風車の固定価格買取制度に関わる各関連法規、およびその他の関連法規の概要について説明しますが、詳細については、付録「関連法規」の章を参照してください。

10.9.1　小形風車の「固定価格買取制度」に関する法規

「固定価格買取制度」は、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（平成23年法律第108号）によって制度化され、本法を受けて「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則」（平成24年6月18日経済産業省令第46号）及び「経済産業省告示第139号」（平成24年6月18日）で、その詳細が規定されました。

・　電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法

本法は、エネルギー源としての再生可能エネルギー源を利用することが、内外の経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的かつ適切な供給の確保を可能にするとともに、さらにはエネルギーの供給に係る環境への負荷の低減を図る上で重要なことから、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関し、その価格、期間等について特別の措置を講じ、再生可能エネルギー源の利用促進等を図るもの。

・　電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法に基づき、及び同胞を実施

するため、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する規則。

・経済産業省告示

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法に基づき、再生可能エネルギーの調達価格及び調達期間等の詳細を規定したもの。

表10.9-1　再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法関係条文

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第2条 定義	この法律において「電気事業者」とは、電気事業法（昭和39年法律第170号）第2条第1項第2号に規定する一般電気事業者（以下単に「一般電気事業者」という。）、同項第6号に規定する特定電気事業者及び同項第8号に規定する特定規模電気事業者（第5条第1項において単に「特定規模電気事業者」という。）をいう。
2	この法律において「再生可能エネルギー電気」とは、再生可能エネルギー発電設備を用いて再生可能エネルギー源を変換して得られる電気をいう。
3	この法律において「再生可能エネルギー発電設備」とは、再生可能エネルギー源を電気に変換する設備及びその付属設備をいう。
4	この法律において「再生可能エネルギー源」とは、次に掲げるエネルギー源をいう。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第3条第1項 調達価格及び調達期間 法第3条第6項 調達価格等の告示	経済産業大臣は、毎年度、当該年度の開始前に、電気事業者が次条第1項の規定により行う再生可能エネルギー電気の調達につき、経済産業省令で定める再生可能エネルギー発電設備 の区分、設置の形態及び規模ごとに、当該再生可能エネルギー電気の1キロワット時当たりの価格（以下「調達価格」という。）及びその調達価格による調達に係る期間（以下「調達期間」という。）を定めなければならない。ただし、経済産業大臣は、わが国における再生可能エネルギー電気の供給の量の状況、再生可能エネルギー発電設備の設置に要する費用、物価その他の経済事情の変動等を勘案し、必要があると認めるときは、半期ごとに、当該半期の開始前に、調達価格及び調達期間（以下「調達価格等」という。）を定めることができる。 経済産業大臣は、調達価格等を定めたときは、遅滞なく、これを告示しなければならない。
法第4条 特定契約の申込みに応ずる義務	電気事業者は、特定供給者から当該再生可能エネルギー電気について特定契約（当該特定供給者に係る認定発電設備に係る調達期間を超えない範囲内の期間（当該再生可能エネルギー電気が既に他の電気事業者に供給されていた場合その他の経済産業省令で定める場合にあっては、経済産業省令で定める期間）にわたり、特定供給者が電気事業者に対し再生可能エネルギー電気を供給することを約し、電気事業者が当該認定発電設備に係る調達価格により再生可能エネルギー電気を調達することを約する契約をいう。以下同じ。）の申込みがあったときは、その内容が当該電気事業者の利益を不当に害するおそれがあるときその他の経済産業省令を定める正当な理由がある場合を除き、特定契約を拒んではならない。
法第5条第1項 接続の請求に応ずる義務	電気事業者は（特定規模電気事業者を除く。以下この条において同じ。）は、前条第1項の規定により特定契約の申込みをしようとする特定事業者から、当該特定供給者が用いる認定発電設備と当該電気事業者がその事業の用に供する変電用、送電用又は配電用の電気工作物（電気事業法第2条第1項第16号に規定する電気工作物をいう。第39条第2項において同じ。）とを電気的に接続することを求められたときは、次に掲げる場合を除き、当該接続を拒んではならない。 1　当該特定供給者が当該接続に必要な費用であって経済産業省令で定めるものを負担しないとき。 2　当該電気事業者による電気の円滑な供給の確保に支障が生ずるおそれがあるとき。 3　前2号に掲げる場合のほか、経済産業省令で定める正当な理由があるとき。

法第6条 再生可能エネルギー発電設備を用いた発電の認定	再生可能エネルギー発電設備を用いて発電しようとする者は、経済産業省令で定めるところにより、次の各号のいずれにも適合していることにつき、経済産業大臣の認定を受けることができる。 1　当該再生可能エネルギー発電設備について、調達期間にわたり安定的かつ効率的に再生可能エネルギー電気を発電することが可能であると見込まれるものであることその他の経済産業省令で定める基準に適合すること。 2　その発電の方法が経済産業省令で定める基準に適合すること。
法第6条第2項 経済産業大臣の認定	経済産業大臣は、前項の認定申請に係る発電が同項各号のいずれにも適合していると認めるときは、同項の認定をするものとする。

表10.9-2電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
施行規則第2条 再生可能エネルギー発電設備の区分等	法第3条第1項の経済産業省令で定める再生可能エネルギー発電設備の区分、設置の形態及び規模（以下「設備の区分等」という。）は、次のとおりとする。 4　風力を電気に変換する設備（以下「風力発電設備」という。）であって、その出力が20キロワット未満のもの。 5　風力発電設備であって、その出力が20キロワット以上のもの。

施工規則第4条 特定契約の締結を拒むことができる正当な理由	法第四条第一項の経済産業省令で定める正当な理由は、次のとおりとする。 1　申し込まれた特定契約の内容が当該特定契約の申込みの相手方である電気事業者（以下「特定契約電気事業者」という。）の利益を不当に害するおそれがあるとき。 2　当該特定供給者が、それぞれ掲げる事項を当該特定契約の内容とすることに同意しないこと。 3　当該特定契約に基づく再生可能エネルギー電気の供給を受けることにより、特定契約電気事業者（当該特定契約電気事業者が特定電気事業者又は特定規模電気事業者である場合に限る。以下この号において同じ。）が、変動範囲内発電料金等（一般電気事業託送供給約款料金算定規則（平成十一年通商産業省令第百六号）第二十九条の二の二第一項に規定する変動範囲内発電料金等をいう。）を追加的に負担する必要が生ずることが見込まれること、又は当該特定契約に基づく再生可能エネルギー電気の供給を受けることにより、当該特定契約電気事業者が事業の用に供するための電気の量について、その需要に応ずる電気の供給のために必要な量を追加的に超えることが見込まれること。 4　特定契約電気事業者と接続請求電気事業者とが異なる場合にあっては、次のいずれかに該当すること。 　イ　特定契約電気事業者が当該特定契約に基づき再生可能エネルギー電気の供給を受けることが地理的条件により不可能であること。 　ロ　託送供給約款（電気事業法第二十四条の三第一項の規定により接続請求電気事業者が経済産業大臣に届け出た託送供給約款（同条第二項ただし書の規定により経済産業大臣の承認を受けた供給条件を含む。）をいう。）に反する内容を含むこと。 Ⅱ　特定契約電気事業者は、前項第三号又は第四号に掲げる理由により特定契約の締結を拒もうとするときは、当該特定供給者に書面により当該理由があることの裏付けとなる合理的な根拠を示さなければならない。

施工規則第5条 接続に必要な費用	法第五条第一項第一号の経済産業省令で定める接続に必要な費用は、次のとおりとする。 1　当該接続に係る電源線（電源線に係る費用に関する省令（平成十六年経済産業省令第百十九号）第一条第二項に規定する電源線（同条第三項第二号から第七号までに掲げるものを除く。）をいう。）の設置又は変更に係る費用 2　当該特定供給者の認定発電設備と被接続先電気工作物（当該特定供給者が自らの認定発電設備と電気的に接続を行い、又は行おうとしている接続請求電気事業者の事業の用に供する変電用、送電用又は配電用の電気工作物をいう。以下同じ。）との間に設置される電圧の調整装置の設置、改造又は取替えに係る費用（前号に掲げる費用を除く。） 3　当該特定供給者が供給する再生可能エネルギー電気の量を計量するために必要な電力量計の設置又は取替えに係る費用 4　当該特定供給者の認定発電設備と被接続先電気工作物との間に設置される設備であって、接続請求電気事業者が当該認定発電設備を監視、保護若しくは制御するために必要なもの又は当該特定供給者が当該接続請求電気事業者と通信するために必要なものの設置、改造又は取替えに係る費用 Ⅱ　接続請求電気事業者は、特定供給者から法第5条第1項の規定による接続の請求があった場合には、当該特定供給者に書面により前項各号に掲げる費用の内容及び積算の基礎が合理的なものであること並びに当該費用が必要であることの合理的な根拠を示さなければならない。

施工規則第6条 接続の請求を拒むことができる正当な理由	法第五条第一項第三号の経済産業省令で定める正当な理由は、次のとおりとする。 1　当該特定供給者が、自らの認定発電設備の所在地、出力その他の当該認定発電設備と被接続先電気工作物とを電気的に接続するに当たり必要不可欠な情報を提供しないこと。 2　当該接続に係る契約の内容が、次のいずれかに該当すること。 イ　虚偽の内容を含むものであること。 ロ　法令の規定に違反する内容を含むものであること。 ハ　損害賠償又は違約金に関し、それぞれの該当する内容を含むものであること。 3.　当該特定供給者が当該認定発電設備の出力の抑制に関しそれぞれ掲げる事項を当該接続に係る契約の内容とすることに同意しないこと。 4.　当該特定供給者が、それぞれ掲げる事項について当該接続に係る契約の内容とすることに同意しないこと。 5.　接続請求電気事業者が、当該接続の請求に応じることにより、被接続先電気工作物に送電することができる電気の容量を超えた電気の供給を受けることとなることが合理的に見込まれること。 6　接続請求電気事業者が、当該接続の請求に応じることにより、第3号に掲げる出力の抑制を行ったとしてもなお、当該接続請求電気事業者が受け入れることが可能な電気の量を超えた電気の供給を受けることとなることが合理的に見込まれること（当該接続請求電気事業者が当該特定供給者に対し、その裏付けとなる合理的な根拠を示す書面を提出した場合に限る。）。

表10.9-3　経済産業省告示

経済産業省告示第139号	遵守内容（抜粋）
調達価格と調達期間	4　風力発電であって、その出力が20キロワット未満のも 調達価格　55円に消費税及び地方消費税の額に相当する額を加えて得た額（57.75円） 調達期間　20年間

10.9.2　電気関係法規

10.9.2.1　電気事業法

風車は電気工作物に該当するので、発電事業・電気事業に係る規制や、一般用電気工作物の定義・保安規定を定めている電気事業法に基づかなくてはなりません。また、電気事業法に基づいている電気事業法施行規則においても、風力発電設備建設に必要な手続きが定められています。

a) 電気設備に関する技術基準を定める省令

（平成九年三月二十七日通商産業省令第五十二号）

最終改正年月日:平成二三年三月三一日経済産業省令第一五号

電気事業法第39条第1項及び第56条第1項の規定に基づき定められている「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づかなくてはなりません。また、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に定める技術的要件を満たすものと認められる技術的内容をできるだけ具体的に示す「電気設備の技術基準の解釈」に規定される保安に関する要件を満たすことが望まれます。また、「電気設備の技術基準の解釈」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

b) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

（平成九年三月二十七日通商産業省令第五十三号）

最終改正年月日:平成二一年一二月一八日経済産業省令第六九号

電気事業法第39条第1項の規定に基づき通商産業省令として発電用風力発電設備に関する技術基準が定められています。

c) 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン

風車等の発電設備を系統に連系するための要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項及び連絡体制等について考え方を整理した「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に基づかなければなりません。また、「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

10.9.2.2　電気用品安全法（電安法）

（昭和三十六年十一月十六日法律第二百三十四号）

最終改正：平成二三年一二月一四日法律第一二二号

風車本体は適用を受けないが、システム構成機器の中には「電気用品安全法」の適用を受けるものが存在します。また、同法及び同法に基づく「電気用品の技術上の基準を定める省令」に適合しなければなりません。

10.9.3 法手続

一般用電気工作物に区分される風力発電設備（総出力20kW未満で600V以下）については、各種電気関係法令上の届出、申請等は不要です。事業用電気工作物に区分される風力発電設備については、出力に応じて各種電気関係法令上の届出、申請等が必要です。

10.9.4 その他の関連法規

1) 建築基準法・建築基準法施行令

高さが15m以上の木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート製の柱、その他これに類する工作物の建設にあたっては、建築確認の申請書を提出し、建築主事の確認を受けることが定められています。又、高さ20を超える建造物には避雷設備を設けることも定められています。

※ 以下の項目b)～i）の対象は大型風力発電となりますが、小形風力発電で該当する場合はそれぞれ対応する必要があります。

2) 道路法

風車の建設する際に道路を占有する場合は、管理者の許可を得ることが定められています。

3) 電波法

風力発電所建設地が電波障害防止区域（重要無線通信を確保する必要があるときは、その必要範囲内において郵政大臣が定める。）に指定されており、風車の高さが31mを超える場合には大臣へ届出を行う必要があります。

4) 航空法

風車のロータの回転による最高到達点が60mを超える場合は、国土交通大臣の許可を受けた場合を除き、最高点までと同じ高さのポールを設置し、昼間障害標識及び低高度航空障害灯（不動灯）を設置しなければなりません。最高到達点が90mを超える場合は、中高度航空障害灯（点滅灯）を設置しなければなりません。

5) 消防法

風力発電所を建設する際の建材は、使用する場所により難燃性や不燃性が定められています。

6) 騒音規制法

騒音規制地域において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の騒音規制基準が定められています。

7) 森林法

地域森林計画の対象となっている民有林、公有林内に風力発電所を建設する際、国、地方公共団体が行う場合を除き、開発面積が１haを超える場合には、当該都道府県知事に対して許認可申請を行う必要があります。

8) 自然環境保全法

原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、環境緑地保全地域開発規制地域内において風力発電所建設のため開発を行う場合には、都道府県知事に対して許認可の申請を行う必要があります。

9) 自然公園法

国立公園、国定公園及び都道府県立自然公園の３種類の自然公園に対して、段階に応じた適正な保護と利用の増進を目的に施行され、公園地域を風景価値による保護の必要性に応じて特別地域、特別保護地域、海中公園地区、普通地域に分類しており、工作物の新築・増設や木竹の伐採等、様々な規制を定めています。自然公園に風車を建設する場合は、対象地域に応じた規制に従い許認可を受けなければなりません。

《使用文献・参考文献》

[1]：TR C 0045: (2006) 「小形風車を安全に導入するための手引き」

本手引書は、NEDO事業(小形風車導入技術検討委員会)にて作成された小形風車導入技術書をもとに、日本小形風車認証制度委員会（JSWCC）によって策定されました。以下にJSWCCの構成表を示します。

日本小形風車認証制度委員会（JSWCC）

	氏名	所属
(委員長)	松宮　輝	株式会社 HIKARUWIND.LAB/
		独立行政法人 産業技術総合研究所 客員研究員
(委員)	小垣　哲也	独立行政法人 産業技術総合研究所
	青木　繁光	独立行政法人 産業技術総合研究所 客員研究員
	近藤　潤次	独立行政法人 産業技術総合研究所
	前田　太佳夫	国立大学法人 三重大学
	飯田　誠	国立大学法人 東京大学
	西沢　良史	学校法人　足利工業大学
	高木　哲郎	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
	高野　裕文	一般財団法人 日本海事協会
	赤星　貞夫	一般財団法人 日本海事協会
	吉田　有希	一般財団法人 日本海事協会
	大黒　靖之	一般社団法人 日本電機工業会
	高田　康宏	一般社団法人 日本小形風力発電協会　(ニッコー株式会社)
	友國　勉	一般社団法人 日本小形風力発電協会　(シンフォニアテクノロジー株式会社)
	井上　清	一般社団法人 日本小形風力発電協会　(ゼファー株式会社)
	徳山　栄基	一般社団法人 日本小形風力発電協会　(那須電機鉄工株式会社)
(事務局)		一般社団法人 日本小形風力発電協会

付録

関連法規

本章では、電気事業法における小出力発電設備としの定格出力 20kW 未満の風力発電システムを対象とし、主に一般家庭などの身近に設置が望まれている出力が1kW 程度の小形風車に関する国内法規類、諸制度・規制及び系統連系に関するガイドライン・標準策定の状況について調査し、整理を行った。なお、下記の内容は、「小型風力発電系統連系設備技術基準調査 成果報告書（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構　平成20年3月」を参考とし、発行後に改正された法令・法規について修正を加えている。

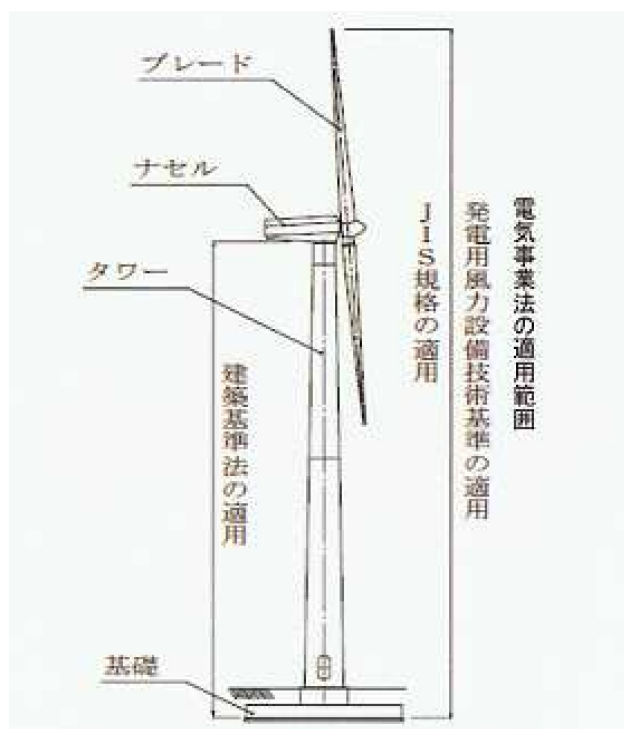
1. 風力発電システムに関する国内法令・法規

国内の風力発電システムに関連する法規は、電気事業法及び建築基準法の 2 法の法令・法規があり、安全性の確認、保安の確保について定められている。
また、風力発電設備の基準に関する適用区分を付図1に示す。

b)　電気事業法適用範囲

電気事業法では、電気工作物の対象として取り扱っているが、下記のほか広く電気設備等に関しても対象としている。

c)　建築基準法適用範囲

建築基準法では、基礎及び支柱が工作物の対象として適用を受けている。そのため、ロータ（ブレードを含む回転機部分）、ナセル部等は、付属物として取り扱うことから対象外となっている。

付図1 風力発電設備への各基準の適用区分

1.1 電気事業法について

電気事業法（平成 11 年、法律 121 号）及び電気事業法施行規則（平成 11 年、省令 40 号）は、電気事業法（法律）、電気事業法施行令（政令）、電気事業法施行規則（省令）、経済産業省（通商産業省）告示等で構成され、法律は国会、政令は内閣、省令や告示は各省の大臣によりそれぞれ制定／改訂することになっている。

1.2 法律・制度の目的

電気事業の適正・合理的な運営に関する規定を定めることにより、電気使用者の利益保護、電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用の保安確保による公共の安全確保、環境保全等を目的として制定された法律である。

1.3 法律・制度の概要

電気事業の許可（第 3 条）、供給義務（第 18 条）、電気工作物の定義（第 38 条）、電気工作物の技術基準への適合（第 39 条～第41 条）、保安規程（第 42 条）、事業用電気工作物の環境影響評価の規定（第 46 条の 2）、事業用電気工作物の工事計画及び検査（第 47 条～第 55条）等について定めている。

1.4 政省令

電気事業法施行令（平成11 年法律121 号）

電気事業法施行規則（平成11 年省令40 号）

1.5 規制の概要

一定規模以上の事業用電気工作物については、工事計画の届出を行うとともに使用の開始前に自主検査を行い、経済産業大臣又は経済産業大臣の指定する者（指定安全管理審査機関）による使用前、定期安全管理審査等を受審しなければならない（第47 条～第55 条）。

1.6 最近の法令等改正の要点

平成 11 年 8 月に、近年の技術の進歩や事業者による自主的な保安確保への取組等の環境変化を踏まえ、現状の安全水準を確保しつつ、官民の役割分担を見直し、自己責任を原則とした保安規制の大幅な改正が行われた（平成12 年7 月施行）。

a) 政府認証から自己確認への移行

b) 事業用電気工作物設置者における自主検査の実施に係る体制について審査する仕組みの導入

c) 指定代行機関の活用及び民間企業の参入

1.7 概要

風力発電所の建設に対する電気関係の法令は電気事業法が基本となり、同法に基づく電気事業法施行規則とで風力発電設備建設に必要な手続きが定められている。

関係条文の概要は、付表1のとおりである。

付表1 電気事業法関係条文

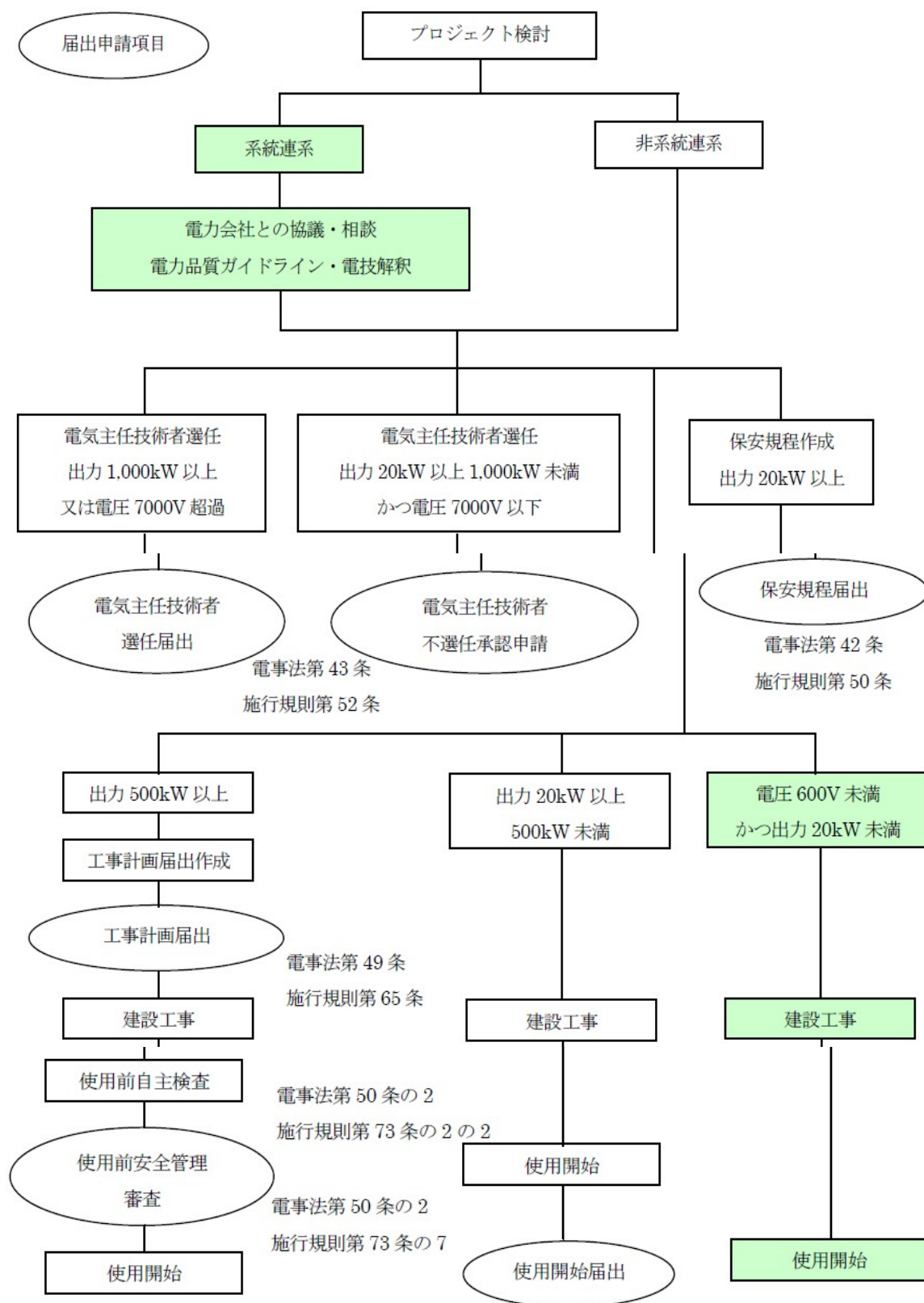
法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第39条 事業用電気工作物の維持	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。
2	前項の経済産業省令は、次に掲げるところによらなければならない。 1. 事業用電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること。 2. 事業用電気工作物は、他の電気的設備その他の物件の機能に電気的又は磁気的な障害を与えないようにすること。 3. 事業用電気工作物の損壊により一般電気事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼさないようにすること。 4. 事業用電気工作物が一般電気事業の用に供される場合にあっては、その事業用電気工作物の損壊によりその一般電気事業に係る電気の供給に著しい支障を生じないようにすること。
法第40条 技術基準適合命令	経済産業大臣は、事業用電気工作物が前条第 1 項の経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、その技術基準に適合するように事業用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第42条 施第50条 保安規程	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、経済産業省令で定めるところにより、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における事業用電気工作物の使用（第 50条の 2第 1項又は第 52条第 1項の自主検査を伴うものにあっては、その工事）の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない。
2	事業用電気工作物を設置する者は、保安規程を変更したときは、遅滞なく、変更した事項を経済産業大臣に届け出なければならない。
3	経済産業大臣は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため必要があると認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、保定規程を変更すべきことを命ずることができる。
4	事業用電気工作物を設置する者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。
（施第50条）	保安の確保を目的として定められる保安規程には、電気工作物の工事、維持及び運用に関する次の事項について定めなければならない。なお、発電所出力が20kW未満は保安規程の届出は不要。 1. 業務を管理する者の職務及び組織に関すること。 2. 従事する者に対する保安教育に関すること。 3. 保安のための巡視、点検及び検査に関すること。 4. 運転又は操作に関すること。 5. 発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。 6. 災害その他非常の場合にとるべき措置に関すること。 7. 保安についての記録に関すること。 8. 電気工作物の法定自主検査に係る実施体制及び記録の保存に関すること。 9. その他電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第43条 施第52条 主任技術者	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、経済産業省令で定めるところにより、主任技術者免状の交付を受けている者のうちから、主任技術者を選任しなければならない。
2	自家用電気工作物を設置する者は、前項の規定にかかわらず、経済産業大臣の許可を受けて、主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる。
3	事業用電気工作物を設置する者は、主任技術者を選任したとき（前項の許可を受けて選任した場合を除く。）は、遅滞なく、その旨を経済産業大臣に届け出なければならない。これを解任したときも、同様とする。
4	主任技術者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督の職務を誠実に行わなければならない。
5	事業用電気工作物の工事、維持又は運用に従事する者は、主任技術者がその保安のためにする指示に従わなければならない。
（施第52条）	発電所出力が20kW 未満は主任技術者の選任は不要。 発電所出力が 20kW 以上 1000kW 未満、かつ電圧 7000V 以下は電気主任技術者のを選任しないことができる（不選任承認申請）。 上記以外は主任技術者の選任届出。
法第48条 工事計画	事業用電気工作物の設置又は変更の工事（前条第 1 項の経済産業省令で定めるものを除く。）であって、経済産業省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画を経済産業大臣に届け出なければならない。その工事の計画の変更（経済産業省令で定める軽徴なものを除く。）をしようとするときも、同様とする。
2	前項の規定による届出をした者は、その届出が受理された日から 30 日を経過した後でなければ、その届出に係る工事を開始してはならない。
（施第65条）	出力 500kW 以上の風力発電所は工事計画の届出が必要。また、送電線路及び変電所においては17 万V 以上の設備の設置は届出が必要。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第50 条の2 施第73 条の7 使用前安全管理審査	第 48 条第 1 項の規定による届出をして設置又は変更の工事をする事業用電気工作物（その工事の計画について同条第 4 項の規定による命令があった場合において同条第 1 項の規定による届出をしていないもの及び第 49 条第 1 項の経済産業省令で定めるものを除く。）であって、経済産業省令で定めるものを設置する者は、経済産業省令で定めるところにより、その使用の開始前に、当該事業用電気工作物について自主検査を行い、その結果を記録し、これを保存しなければならない。
2	前項の検査（以下「使用前自主検査」という。）においては、その事業用電気工作物が次の各号のいずれにも適合していることを確認しなければならない。 1. その工事が第 48 条第 1 項の規定による届出をした工事の計画（同項後段の経済産業省令で定める軽微な変更をしたものを含む。）に従って行われたものであること。 2. 第 39 条第 1 項の経済産業省令で定める技術基準に適合するものであること。
3	使用前自主検査を行う事業用電気工作物を設置する者は、使用前自主検査の実施に係る体制について、経済産業省令で定める時期（第 7 項の通知を受けている場合にあっては、当該通知に係る使用前自主検査の過去の評定の結果に応じ、経済産業省令で定める時期）に、経済産業大臣又は経済産業大臣が指定する者が行う審査を受けなければならない。
4	前項の審査は、事業用電気工作物の安全管理を旨として、使用前自主検査の実施に係る組織、検査の方法、工程管理その他経済産業省令で定める事項について行う。
5	第 3 項の経済産業大臣が指定する者は、同項の審査を行つたときは、遅滞なく、当該審査の結果を経済産業省令で定めるところにより経済産業大臣に通知しなければならない。
6	経済産業大臣は、第 3 項の審査の結果（前項の規定により通知を受けた審査の結果を含む。）に基づき、当該事業用電気工作物を設置する者の使用前自主検査の実施に係る体制について、総合的な評定をするものとする。
7	経済産業大臣は、第 3 項の審査及び前項の評定の結果を、当該審査を受けた者に通知しなければならない。
法第56 条 技術基準適合 命令	経済産業大臣は、一般用電気工作物が経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、その所有者又は占有者に対し、その技術基準に適合するように一般用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。
2	第 39 条第 2 項（第 3 号及び第 4 号を除く。）の規定は、前項の経済産業省令に準用する。

1.8 風力発電所に係る電気事業法の手続き

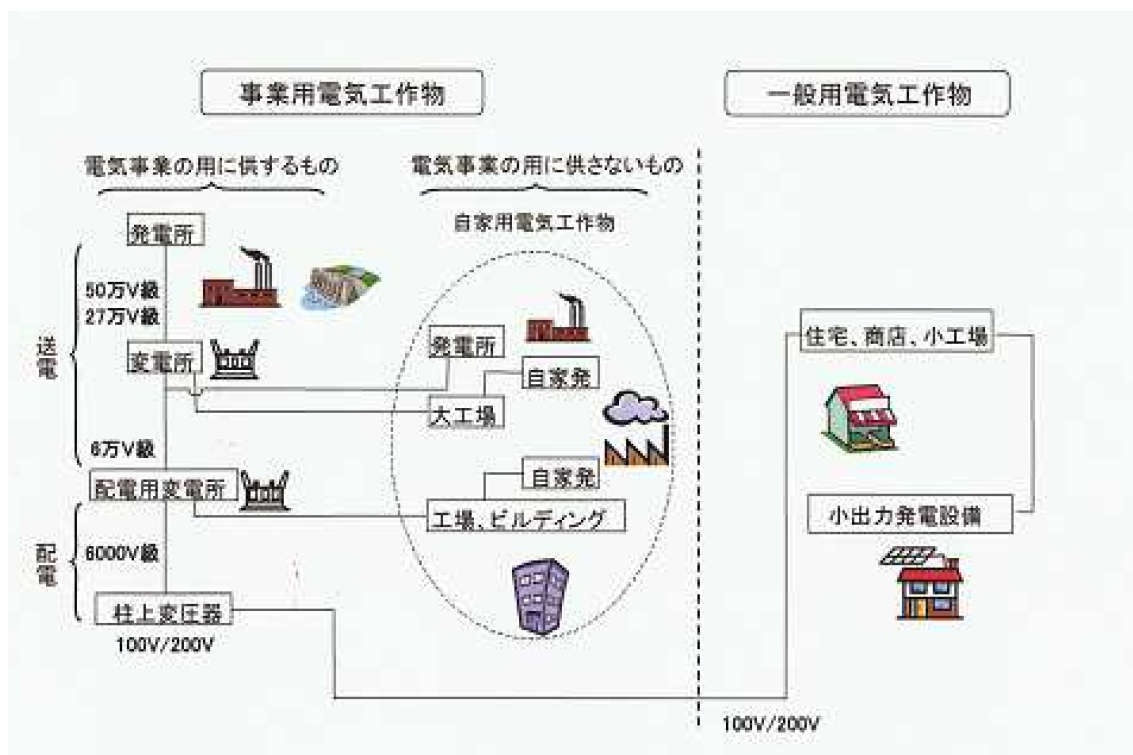
風力発電所に係る電気事業法の手続きについて、付図2のとおり。

付図2 風力発電所に係る電気事業法の手続き概要

1.9 保安体制

電気事業法では、電気工作物を大きく「一般用電気工作物」と「事業用電気工作物」とに分け、さらに、事業用電気工作物を「電気事業用の電気工作物」と「自家用電気工作物」に区分し、それぞれの電気工作物に適応した保安体制の確立が求められている。

「事業用電気工作物」の設置者に対しては、自主保安体制の整備を図るため、常に経済産業省令で定める技術基準に従い、電気工作物を正常な状態に維持しておかなければならない義務（法第 39 条）、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督を行わせるため主任技術者を選任しなければならない義務（法第 43 条）、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安確保のため保安規程を作成し届け出なければならない義務（法第42 条）等を課している。

「一般用電気工作物」の保安に関しては、保安の最終責任は、所有者又は占有者にあるとしているが、併せて「一般用電気工作物」に電気を供給する者（電力会社等）に、「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」が技術基準に適合しているかどうかを調査する義務（法第 57 条）を課している。しかし、一般用電気工作物に区分される風車は「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」には該当しないため、電気を供給する者に調査する義務はない（所有者又は占有者に保安に関する全ての責任がある）。

電気工作物の区分を付図3に、設置・保安に関する電気関係法手続きを付表2に示す。

付図3 電気工作物の区分

（出典）総合資源エネルギー調査会電力安全小委員会「中間報告」

付表2 設置・保安に関する電気関係法手続き

区分	出力規模	工事計画	使用前検査	使用開始届	電気主任技術者	保安規程	届出先
事業用及び自家用	1000kW 以上	届出	実施	不要	選任	届出	経済産業局
	500kW 以上1000kW 未満	届出	実施	不要	選出 (不選任承認も可)	届出	
	20kW 以上500kW	不要	不要	不要	選出 (不選任承認も可)	届出	
	20kW 未満（高圧連系）	不要	不要	不要	選出 (不選任承認も可)	届出	
一般	20kW 未満（低圧連系）	不要	不要	不要	不要	不要	

※出力20kW 未満の発電設備は、電気用品安全法の対象でもなく、届出の必要もない。

1.10 小出力発電設備の位置付け

電気保安関係法令により、回路電圧が 30 V 以上のものは、電気事業法の電気工作物としての適用を受ける。小形風車は、「出力容量20 kW 未満」、「契約電力50 kW 未満」及び「低圧配電線との連系」の３つが当てはまり、一般用電気工作物の内、小出力発電設備に該当する。

小出力発電設備は、事業用電気工作物と異なり、次の点についても、十分考慮することが必要である。a）主任技術者が選任されないため、電気に関する専門知識をもたない一般の方が取扱いを行う機会が多いこと。 b）住宅密集地等に設置される機会が多いことが予想されるため、住民や住宅等へ危害・損傷を与える事象だけでなく、騒音や振動等についての問題が発生する可能性があること。

電気事業法第 39 条では、事業用電気工作物の設置者に対し、事業用電気工作物を技術基準どおりに維持する義務が定められており、太陽電池・風力、火力（内燃力）・水力及び原子力関係の技術基準が存在する。

これらの技術基準は、既発行の各分野の「技術基準の解釈」に一般用電気工作物に関する条項を追加する形で見直しが行われて、平成 16 年度に水力、風力、内燃機関が、平成 17 年度に太陽光発電の技術基準が整備された。

維持に際しては、事業用電気工作物の設置者に選任された主任技術者が中心を担うことが、電気事業法第 43 条にて定められており、技術基準どおりに維持されていない場合、電気事業法第 40 条に基づき、経済産業大臣から事業用電気工作物設置者に対し、技術基準適合命令が下される。

一方、小出力発電設備が該当する一般用電気工作物については、技術基準に適合していない場合、その所有者又は占有者に対し、経済産業大臣が技術基準適合命令を下すことが電気事業法第 56 条にて定められている。また、電気事業法第 57 条では、「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」について、技術基準に適合しているかを電気供給者が調査する義務が定められているが、一般用電気工作物に区分される風車は「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」には該当しないため、電気を供給する者に調査する義務はない（所有者又は占有者に保安に関する全ての責任がある）。

1.11 技術基準

平成 7 年 4 月の電気事業法の改正から、技術基準の改正（平成 9 年 3 月）及び技術基準の解釈の制定（平成 9 年

5 月）まで、技術基準に係る一連の法令の整備がなされ、技術基準も大幅に改正された。新しい技術基準は、技術進歩への迅速な対応、民間規格の活用等を主な目的として性能規定化され、「審査基準」としての位置付けで制定された「技術基準の解釈」には、公正、中立な民間の委員会で制定された民間の規格・基準を引用することが可能となった（原子力を除く）。

技術基準を定める経済産業省令としては、次の6 省令が定められている。

a) 発電用水力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第50 号）
b) 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第51 号）
c) 電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第52 号）
d) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第53 号）
e) 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（昭和 40 年 6 月 15 日通商産業省令第 62号）
f) 発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令（昭和 40 年 6 月 15 日通商産業省令第 63号）

1.12 まとめ

電気事業法におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、発電所出力が20kW 未満の発電設備であることから小出力発電設備に該当する。

小出力発電設備は、法第 56 条「技術基準適合命令」の適用は受けるものの、法第 57 条「調査の義務」の適用は受けず、事業用電気工作物に課せられている法第 39 条「事業用電気工作物の維持（技術基準への適合維持）」と同様の要求はない。小形風車であって、電力系統に連系する場合は、付図2 に示すように、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、電気設備の技術基準の解釈等に従い、電力会社と協議のうえ、施設すればよい。

2 電気設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈について

2.1 概要

電気事業法第 39 条第 1 項で自家用電気工作物を設置するものは、経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならないと定められている。また、同法第 56 条第 1 項には経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認められる時は、経済産業大臣がその電気工作物の修理、改善等の命令や使用の制限を命じることができると定められている。

付表3に電気設備の技術基準の解釈からそれらに関連する項目のみ抜粋する。

付表3 電気設備の技術基準の解釈関係条文

<table>
<tr><td>条項</td><td>遵守内容（抜粋）</td></tr>
<tr><td>第29 条
機械器具の金属製外箱等の接地</td><td><table><tr><td>機械器具の区分</td><td>接地工事</td></tr><tr><td>300V 以下の低圧用のもの</td><td>D 種接地工事</td></tr><tr><td>300V を越超える低圧用のもの</td><td>C 種接地工事</td></tr><tr><td>高圧用又は特別高圧用のもの</td><td>A 種接地工事</td></tr></table>電路に施設する機械器具の金属製の台及び外箱には、使用電圧の区分に応じ、規定する接地工事を施す必要があります。</td></tr>
</table>

第33、34 条 過電流遮断器の施設	過電流遮断器の性能を定めている。
第36 条 地絡遮断装置等の施設	1. 使用電圧が 60V を超える電気を供給する電路には、地絡を生じたとき、自動的に電路を遮断する装置の設置。 2. 高圧及び特別高圧電路に地絡を生じたとき自動的に電路を遮断する装置の設置。
第37 条 避雷器の施設	1. 高圧及び特別高圧電路を有する発電所引込口及び引出口に避雷器の施設。 2. 500kW 以上の高圧需要場所の引込口。 3. 配電用変圧器の高圧側及び引出側 4. A 種接地工事の施工
第42 条 発電機の保護装置	発電機には、次の各号に掲げる場合、自動的にこれを電路から遮断する装置を施設しなければならない。 ①発電機に過電流が生じた場合 ②容量が 100kVA 以上の発電機を駆動する風車の圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式ブレード制御装置の電源電圧が著しく低下した場合。
第43 条 特別高圧用調相設備の保護装置	500kVA を超え 150,000kVA 未満の電力用コンデンサ又は分路リアクトルには、内部 に事故・故障又は過電流が生じた場合に自動的に電路から遮断する装置の施設

第47条 常時監視しない発電所	常時、監視しないで（無人）随時技術員が巡回する発電所 風車及び発電機には、自動出力調整装置、又は出力制限装置を施設し、次の場合に発電機を電路から自動的に遮断し、かつ風車の回転を自動的に停止する装置を施設する ①風車制御用の圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合。 ②風車の回転速度が著しく上昇した場合。 ③発電機に過電流が生じた場合。 ④市街地その他人家の密集する地域に施設するものであって定格出力が 10kW 以上の風車の主要な軸受又はその付近の軸において回転中に発生する振動の振幅が著しく増大した場合。 ⑤定格出力が 500kW 以上の原動機（風車にあっては、市街地その他人家の密集する地域に施設する場合は 100kW 以上）又はその発電機の軸受の温度が著しく増大した場合。 ⑥容量が2000kVA 以上の発電機の内部に事故・故障を生じた場合。 ⑦他冷式の特別高圧用変圧器の冷却装置が故障した場合又は温度が著しく上昇した場合

2.2 まとめ

電気設備の技術基準における小形風車への適用は、接地及び遮断器等の安全装置の必要性と風車の不具合等の発生時の停止など必要最低限が要求されている。また、電気設備の技術基準の解釈の第 220条以降の規定は、小出力発電設備を独立型電源として使用する場合には適用を受けないが、発電設備を電力系統に連系する場合には適用を受ける。

3 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈について

3.1 概要

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 53 号）は、平成 9年に定められ、平成16 年には省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容を具体的に示すものとして、「発電用風力設備の技術基準の解釈について（平成 16・03・23 原院第 6 号NISA-234c-04-2）」が定められた。

また、平成 17 年には、一般用電気工作物に該当する発電用風力設備が、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにするとともに、他の電気的設備その他の物件の機能に電気的又は磁気的な障害を与えないようにするために技術基準を導入整備することを目的に、小出力発電設備に関する技術基準を追加して一部改正（平成17 年3 月29 日、経済産業省令第34 号）が行われた。

小型風力発電設備については、地球温暖化防止等の観点から今後の普及が期待されているが、使用者が専門的知識を有していないことなど、設置環境（住宅近隣）を踏まえると、一定の技術基準を導入し、保安確保の充実を図ることは不可欠である。

なお、技術基準を導入した場合、その対応のための負担増加が予想されるが、技術的に難易度の高い事柄を要求していないことから、設備導入コストへの影響は小さいと考えられ、また、保安規程の届出等、手続きが増加することはないため、機器の普及への影響はないと考えられる。

台風等による風圧に対する規定は、省令第 4 条（解釈第 4 条）及び省令第 7 条（解釈第 7 条から第 9 条）で定められている。また、風車の構造に関しては、「省令第 4 条第 2 号及び解釈第 4 条は、風車は突風及び台風等の強風に対して、風車の状態に応じた風圧荷重のうちの最大のものに耐える構造であることを規定したものである。すなわち固定ブレードか可動ブレードかに関わらず、通常想定される台風等の暴風時において、停電、故障でヨー制御が不能になる等、風車の運転が制御できない際に、風車の受風面積が最大の方向から受ける風圧にも耐えうる構造とすることが必要である。」という具体的な解説が加えられた。

なお、発電用風力設備に関する技術基準の解釈第 8 条では、風車を支持する工作物（支柱及び基礎）は建築基準法で規定する工作物に該当するものとして、建築基準法第 88 条に適合することとしている。

技術基準の解釈は、技術基準の要求事項を満たす具体的な規定であるが、省令という位置づけではないのことから柔軟な運用が可能となっている。その特徴としては、次の事項があげられる。技術基準とは異なり、行政庁の所管部署において改正が可能なため、迅速な改正が可能である。国際規格、民間規格など、他の規格の引用が可能である。

なお、省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容はこの解釈に限定されるものではなく、省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、省令に適合するものと判断するものである。関係条文は、付表4のとおりである。

付表4 発電用風力設備に関する技術基準関係条文

条項	遵守内容（全文）
省令第1 条 【適用範囲】	この省令は、風力を原動力として電気を発生するために施設する電気工作物について適用する。 2 前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。
（逐条解説） 【適用範囲】	風力発電所は、風車及びその支持物等の風力設備及び発電機、昇圧変圧器、遮断器、電路等の電気設備から構成されるが、本省令については、風力設備に関する技術基準を定めたものであり、電気設備に関しては、「電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年通商産業省令第52 号）」に規定されている。
省令第2 条 【定義】	この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第77 号）において使用する用語の例による。
解釈第1 条 【定義】	この解釈において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第77 号）及び省令において使用する用語の例による。
（逐条解説） 【定義】	規制の明確化の観点から、電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 77 号）で使用する用語と発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈で使用する用語の統一を図っている。
省令第3 条 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	風力発電所を施設するに当たっては、取扱者以外の者に見やすい箇所に風車が危険である旨を表示するとともに、当該者が容易に接近するおそれがないように適切な措置を講じなければならない。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「風力発電所」とあるのは「発電用風力設備」と、「当該者が容易に」とあるのは「当該者が容易に風車に」と読み替えて適用するものとする。
解釈第2 条 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	発電用風力設備を設置する場所には、当該場所に取扱者以外の者が立ち入らないように次の各号のいずれかにより措置を講じること。ただし、土地の状況により人が立ち入るおそれがない箇所については、この限りではない。 一 発電用風力設備周辺にさく、へいを設け、かつ、その出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。 二 風車を支持する工作物の出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、発電用風力設備を設置する場所には、取扱者以外の者が容易に風車に接近しないように次の各号のいずれかにより措置を講じることとし、前項の規定は適用しない。 一 風車を取扱者以外の者が容易に接近するおそれのない位置に設置すること。 二 風車に接触防止のためのカバー等を設置すること。 三 発電用風力設備周辺にさく又はへいを設けること。

（逐条解説） 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	省令第3 条及び解釈第2 条は、取扱者以外の者に対する風車からの危険防止及び風車の支持物の昇降の防止を規定したものであり、解釈第2 条第2 号では、風車を支持する工作物をさく、へいと同等の扱いとし、それに必要な措置を講じることで、取扱者以外の者に対する危険防止措置としている。 なお、電気設備からの感電等の防止に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 52 号）第 23 条及びその解釈第 43 条に規定されており、電気設備が風車の支持物内に収められている場合、又は屋外に設置している変圧器が充電部分の露出しない機械器具に収められている場合には、風車の支持物又は変圧器を収める機械器具を電気設備の技術基準の解釈第 43 条第 1 項第 1 号に規定するさく、へい等の「等」に該当することとしている。
省令第4 条 【風車（風車の構造）】	風車は、次の各号により施設しなければならない。 一　負荷を遮断したときの最大速度に対し、構造上安全であること。 二　風圧に対して構造上安全であること。 三　運転中に風車に損傷を与えるような振動がないように施設すること。 四　通常想定される最大風速においても取扱者の意図に反して風車が起動することのないように施設すること。 五　運転中に他の工作物、植物等に接触しないように施設すること。
解釈第3 条 【風車（風車の構造）】	省令第4 条第1 号に規定する「負荷を遮断したときの最大速度」とは、非常調速装置が作動した時点より風車がさらに昇速した場合の回転速度を含むものをいう。
解釈第4 条 【風車（風車の構造）】	省令第4 条第2 号に規定する「風圧」とは、風車の受風面の垂直投影面積が最大の状態において、風車が受ける最大風圧を含むものをいう。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、省令第 4 条第 2 号に規定する「風圧」とは、風車の制御の方法に応じて風車の受風面の垂直投影面積が最大となる状態において、風車が受ける最大風圧を含むものをいい、前項の規定は適用しない。

（逐条解説） 【風車（風車の構造）】	①省令第4 条第1 号及び解釈第3 条は、負荷を遮断したときに到達する最大速度に対しても構造上安全であることを規定したものである。ここでいう最大速度とは、カットアウト風速での通常停止の際の回転速度はもちろんのこと、非常調速装置が作動し、無拘束状態により昇速した場合の最大回転速度を含んでおり、その場合に生じる遠心力に対しても安全な構造とすることが必要である。なお、非常調速装置とは、風車の運転中に定格の回転速度を著しく超えた過回転その他の異常（発電機の内部事故・故障等）による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合に風車に作用する風力エネルギーを自動的に抑制し、風車を停止するための装置をいう。 ②省令第4 条第2 号及び解釈第4 条は、風車は突風及び台風等の強風に対して、風車の状態に応じた風圧荷重のうちの最大のものに耐える構造であることを規定したものである。すなわち固定ブレードか可動ブレードかに関わらず、通常想定される台風等の暴風時において、停電、事故・故障でヨー制御が不能になる等、風車の運転が制御できない際に、風車の受風面積が最大の方向から受ける風圧にも耐えうる構造とすることが必要である。 ③省令第4 条第3 号は、風車の運転中に風車の強度に影響を及ぼすような風車とその支持物が共振した場合には、風車の回転部を自動的に停止する装置を施設する等して、風車に損傷を与えるような振動を回避するような措置を講じることを規定したものである。 ④省令第4 条第4 号は、風車が運転しうる最大風速を超えた状態において、風車を起動し、運転状態にならないよう規定したものである。 ⑤省令第4 条第5 号は、風車が植物、造営物、その他の工作物に接触しないように周辺の状況及び風車の構造を考慮して風車を施設することを規定したものである。
省令第5 条 【風車の安全な状態の確保】	風車は、次の各号の場合に安全かつ自動的に停止するような措置を講じなければならない。 一　回転速度が著しく上昇した場合 二　風車の制御装置の機能が著しく低下した場合 2　発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「安全かつ自動的に停止するような措置」とあるのは「安全な状態を確保するような措置」と読み替えて適用するものとする。

解釈第5 条 【風車の安全な状態の確保】	省令第5 条第1 項第1 号に規定する「回転速度が著しく上昇した場合」とは、非常調速装置が作動する回転速度に達した場合をいう。 2 省令第 5 条第 1 項第 2 号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合をいう。 3 省令第 5 条第 2 項に規定する「安全な状態」とは、風車の構造に応じて停止又は回転速度の減速その他の措置を行い、人体に危害を及ぼし又は物件に損傷を与えない状態をいい、「安全な状態を確保するような措置」とは、機械的及び電気的な保護機能の双方又は一方を用いて風車を安全な状態に維持することをいう。 4 省令第 5 条第 2 項において適用する同条第 1 項第 2 号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合その他制御装置の機能が著しく低下した場合をいう。
（逐条解説） 【風車の自動停止】	省令第 5 条及び解釈第 5 条は、風車の強度に影響を及ぼすおそれのある回転速度（非常調速装置が作動する回転速度）に達した場合及び風車の制御装置の機能が著しく低下して風車の制御が不能になるおそれがある場合に風車を安全かつ自動的に停止するような措置を講じることを規定したものである。
省令第6 条 【圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止】	発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置は、次の各号により施設しなければならない。 一　圧油タンク及び空気タンクの材料及び構造は、最高使用圧力に対して十分に耐え、かつ、安全なものであること。 二　圧油タンク及び空気タンクは、耐食性を有するものであること。 三　圧力が上昇する場合において、当該圧力が最高使用圧力に到達する以前に当該圧力を低下させる機能を有すること。 四　圧油タンクの油圧又は空気タンクの空気圧が低下した場合に圧力を自動的に回復させる機能を有すること。 五　異常な圧力を早期に検知できる機能を有すること。
解釈第6 条 【圧油装置及び圧縮空気装置の施設】	電気設備の技術基準の解釈について（平成 9 年 5 月 31 日制定）第 49 条第 2 項の規定（第 2 号ニの規定を除く。）は、発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置について準用する。この場合において、同項中「開閉器及び遮断器に使用する圧縮空気装置」とあるのは「発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置」と、「空気圧縮機」とあるのは「油ポンプ及び空気圧縮機」と、「空気タンク」とあるのは「圧油タンク及び空気タンク」と、「圧縮空気を通ずる管」とあるのは「圧油及び圧縮空気を通ずる管」と読み替えるものとする。

（逐条解説） 【圧油装置及び圧縮空気装置の危険防止（施設）】	省令第6 条及び解釈第6 条は、風力設備の圧油装置及び圧縮空気装置に係る機械的強度の試験、材料の種類及び許容応力並びに圧力上昇の抑制、規定圧力の確保のための措置及び圧力計の設置について規定したものである。 一般の高圧ガスについては、高圧ガス保安法（昭和 26 年法律第 204 号）及び労働安全衛生法（昭和 47 年法律第 57 号）に基づくボイラー及び圧力容器安全規則（昭和 47 年労働省令第 33 号）により規制を受けるが、電気事業法（昭和 39 年法律170 号）に規定する電気工作物内の高圧ガスについて、高圧ガス保安法においては、同法第3 条第1 項第6 号及び同施行令の規定により、電気工作物のうち「発電、変電又は送電のために設置する電気工作物並びに電気の使用のために設置する変圧器、リアクトル、開閉器及び自動しゃ断器であって、ガスを圧縮、液化その他の方法で処理 するもの」は適用除外され、ボイラー及び圧力容器安全規則においては、同規則第125 条第 1 号に基づく電気事業法の適用を受けるボイラー及び圧力容器は、同規則の認可、検査及び報告を要しないこととされている。 なお、解釈の内容については、電気設備の技術基準の解釈（平成 9 年 5 月 31 日制定）第 49 条第 2 項の規定（第 2 号ニの規定を除く。）を準用しており、詳細については、そちらを参照されたい。
省令第7 条 【風車を支持する工作物】	風車を支持する工作物は、自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、風車を支持する工作物に取扱者以外の者が容易に登ることができないように適切な措置を講じること。
解釈第7 条 【風車を支持する工作物の構造耐力】	省令第7 条第1 項に規定する「自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃」とは、風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷重、積雪及び風圧による荷重の他、風車の運転による振動並びに当該設置場所において通常想定される地震その他自然の要因により風車を支持する工作物に作用する振動及び衝撃をいう。
解釈第8 条 【風車を支持する工作物の構造耐力】	高さが 15mを超える風車を支持する工作物は、建築基準法第 88 条で準用される各規定に適合していること。
解釈第9 条 【風車を支持する工作物の施設制限】	風車を支持する工作物は、支線を用いてその強度を分担させないこと。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は適用しない。

（逐条解説） 【風車を支持する工作物（構造耐力・施設制限）】	① 省令第 7 条並びに解釈第 7 条及び第 8 条は、風車を支持する工作物の構造耐力を規定したものである。解釈第 7 条では、風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷重、積雪及び風圧による荷重の他、風車の運転による振動並びに当該設置震その他自然の要因により風車を支持する工作物に作用する振動及び衝撃に対して、構造上安全であることを規定したものであり、風車を支持する工作物は重量が大きいブレードやナセルが上部に積載されることや風車の回転による共振等を考慮する必要があることを規定したものである。解釈第8 条では、風車を支持する工作物が高さ15mを超える鉄筋コンクリート造りの柱、鉄柱、木柱等である場合、建築基準法の適用を受けるので、建築基準法第88 条で準用される各規定に適合していることを規定したものである。 ② 省令第 7 条及び解釈第 9 条は、風車を支持する工作物の施設制限に関する規定であり、支持物それ自体で十分な強度を有するように設計すべきことを規定したものである。なお、風車の種類によっては、支線を用いる場合も想定されるが、解釈は省令を満たす一例であるので、解釈に拠らなくても、省令に適合していれば問題ないが、その場合には、省令に適合していることを証明する技術的根拠を有している必要がある。
省令第8 条 【公害等の防止】	電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 52 号）第 19 条第 8 項及び第 10 項の規定は、風力発電所に設置する発電用風力設備について準用する。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第19 条第 8 項及び第 10 項」とあるのは「第 19 条第 10 項」と、「風力発電所に設置する発電用風力設備」とあるのは「発電用風力設備」と読み替えて適用するものとする。
（逐条解説） 【公害等の防止】	風力設備の設置による騒音及び急傾斜地の崩壊の防止について、電気設備に関する 技術基準を定める省令を準用して規定したものである。

3.2 まとめ

発電用風力設備に関する技術基準におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、取扱者以外が容易に風力発電設備に接近する事を防止し、強風時の風圧などに耐えうる構造であるなどが要求されている。

しかし、風力発電設備への接近防止対策について、具体的な内容が明確化されていないことから、マイクロ風力発電システム及び小形風車を実際に一般家庭などに設置する場合には、別途、検討が必要であることが判明した。

4 建築基準法（昭和25年、法律201号、平成12年改訂）

第20条、第33条 建築基準法は、建築基準法（法律）、建築基準法施行令（政令）、建築基準法施行規則（省令）、国土交通省（建設省）告示で構成され、建築基準法は国会、政令は内閣、省令や告示は各省の大臣がそれぞれ制定することになっている。

建築基準法に違反した建築物等に対しては、建築基準法第 9 条と第 9 条の 2 により特定行政庁等から施工停止命令、是正命令、危害防止命令等が出される場合がある。また、これらの命令に従わなかった場合などには、建築基準

法第 98 条から 100 条に定める罰則が建築主、工事施工者、設計者、管理者、占有者等に対して課せられることもあり得る。

高さ 15m 以上の工作物の建設に当たっては、自重、積載荷重、積雪、地震等に対して安全な構造であることや、建築確認の申請書を提出し建築主事の確認を受けることが定められている。 また、高さ20m を超える工作物には避雷設備を設けることも定められている。

建築確認申請の確認は建築主事が行うことから事前の協議が必要となる。申請書の内容は、上記「工事計画届出書」の強度計算書や基礎計算書と同じような内容となる。

4.1 根拠条文

（構造耐力）

第 20 条　建築物は、自重、積載荷重、積雪、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次に定める基準に適合するものでなければならない。

1. 建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。
2. 次に掲げる建築物にあっては、前号に定めるもののほか、政令で定める基準にしたがった構造計算によって確かめられる安全性を有すること。

イ　第6 条第1 項第2 号又は第3 号に掲げる建築物

ロ　イに掲げるもののほか、高さが 13 メートル又は軒の高さが 9 メートルを超える建築物で、その主要構造部（床、屋根及び階段を除く。）を石造、れんが造、コンクリートブロック造、無筋コンクリート造その他これらに類する構造としたもの

4.2 技術的基準（建築基準法施行令）

風圧力は速度圧に風力係数を乗じて計算しなければならない。

（第87 条）　風圧力をW（N/m²）、風力係数をC_f、速度圧をq（N/m²）とすると、

$$W = C_f \times q = C_f \times 0.6 \times E \times V_0^2 \quad (1)$$

※C_f、E、V_0 は告示平成12 年1454 号で規定

E（粗度と建築物高さで決まる値　ここでは高さ40m 以上の風車の場合）

$$E = Er\ 2 \times G_f \quad (2)$$

Er：平均風速の高さ方向の分布を表す係数

G_f：ガスト影響係数

$$Er = 1.7\ (H/Z\ G) \times \alpha \quad (3)$$

（H が40m以上の場合）

H：建築物の高さ（と軒の高さとの平均）

建築基準法における粗度区分を付表5に示す。

付表5 建築基準法における粗度区分

地表面粗度区分		Z_b	Z_G	α
Ⅰ	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10
Ⅱ	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Ⅰの区域以外の区域(建築物の高さが13m以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分Ⅳの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1,500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離 が500m以内の地域(ただし、建築物の高さが13m以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、建築物の高さが31m以下である場合を除く。)	5	350	0.15
Ⅲ	地表面粗度区分Ⅰ、Ⅱ又はⅣ以外の区域	5	450	0.20
Ⅳ	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

G_f：ガスト影響係数（Hが40m 以上の場合）

地表面粗度区分	G_f
Ⅰ	1.8
Ⅱ	2.0
Ⅲ	2.1
Ⅳ	2.3

・V_0 基準風速

告示で示された 30～46m/s の 2m/s 刻みの値。ベースは 30m/s で風が比較的強い地域に大きな値を割り当てる。割り当ては郡・市町村単位。ひらけた平坦地における 10 分間平均風速の 50 年再現期待値に概ね対応している（「平成 12 年 6 月 1 日施行　改正建築基準法・施行令等の解説」講習会における質問と回答）。

・C_f 風力係数（煙突その他の円筒形の構造物　H/B B:見付幅が8 以上）

$$C_f = 0.9kz = 0.9\ (Z/H)\ 2\alpha \qquad (4)$$

Z：当該部分の地盤面からの高さ

H、α：Eの算出に使った値

以上をまとめると、

$$W=0.9\times\ (Z/H)\ 2\alpha\times 0.6\times\ (1.7\times\ (H/Z_G)\ \times\alpha\ )\ 2G_f\times V_0^2 \qquad (5)$$

風車の場合の風圧力は、風車高さ、当該部分の高さ、地表面粗度区分（Z_Gとα）、基準風速（設置地域）で決まる。

4.3 建築基準法の雷保護に関する条文

雷保護を明確に規定した法律は、建築基準法だけである。

（避雷設備）

第 33 条　　高さ 20 メートルをこえる建築物には、有効な避雷設備を設けなければならない。ただし、周囲の状況によって安全上支障がない場合においては、この限りでない。

4.4 建築基準法施行令の雷保護に関する条文

建築基準法施行令には、以下の規定がある。ここで、「国土交通大臣が定めた構造方法」とは、JIS A 4201-2003（建築物等の雷保護）に適合する避雷設備である。

第2 節　避雷設備

（設置）

第 129 条の 14　法第 33 条　の規定による避雷設備は、建築物の高さ 20 メートルをこえる部分を雷撃から保護するように設けなければならない。

（構造）

第 129 条の 15　前条の避雷設備の構造は、次に掲げる基準に適合するものとしなければならない。

一　　雷撃によって生ずる電流を建築物に被害を及ぼすことなく安全に地中に流すことができるものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものであること。

二　　避雷設備の雨水等により腐食のおそれのある部分にあっては、腐食しにくい材料を用いるか、又は有効な腐食防止のための措置を講じたものであること。

4.5 建築基準法で規定される発電用風力設備

電気事業法発電用風力設備に関する技術基準の解釈第8 条において、“高さが15 m を超える風車を支持する工作物は、建築基準法第 88 条で準用される各規定に適合していること”としている。

建築基準法では、工作物のうち一定の用途又は規模を超えるものは建築物と同様に安全性を確保すべきという観点から、建築基準法第 88 条において建築物に関する諸規定を工作物へ準用すると定めている。つまり、発電用風力設備に関する技術基準の解釈第 8 条は、風車を支持する工作物（支柱及び基礎）は建築基準法で規定する工作物に該当するものとして、建築基準法第 88 条に適合する、すなわち建築物に関する諸規定を準用して取り扱う必要がある、という意味である。なお、風車本体（ブレード、ナセル、発電機等）は、電気工作物に該当するものとして、電気事業法発電用風力設備の技術基準に適合する。

一方、建築基準法施行令第 138 条において、建築基準法第 88 条に従って諸規定を準用する必要がある工作物が指定されており、同第1 項第2 号では、“高さが15 m を超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他これらに類するもの（旗ざお並びに架空電線路用並びに電気事業法第 2 条第 1 項第 10 号に規定する電気事業者及び同項第 12 号に規定する卸供給事業者の保安通信設備用のものを除く。）”が挙げられている。詳解建築基準法改訂版 2）によると、送電用鉄塔や無電鉄柱等がこの（　）内の除外規定に該当するとしており、風車を支持する支柱は、この（　）内の除外規定にある架空電線路用や保安通信設備用の柱には該当しないことから、建築基準法で規定された工作物とみなされることになる。なお、風車は回転する機構を有するが遊戯施設ではないので、同条第 2 項の規定は適用されない。

以上のように、高さ15 m を超える風力発電用風車の支持部である支柱は建築基準法で建築物の諸規定を準用すると規定された工作物（準用工作物）とみなされ、建築基準法の構造安全基準を満足する必要がある。なお、準用される規定には建築基準法施行令第 39 条（屋根ふき材等の緊結）が含まれており、この規定によって、支柱上に設置される発電装置は「風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によって脱落しないように」取り付け部を設計する必要があ

る。

なお、詳解建築基準法改訂版によると、建築基準法第 88 条においては、"「建築物」とあるのは「工作物」と、「建築設備」とあるのは「工作物の設備」と読み替えるもの"としており、"法第 6 条の準用に関するかっこ書き後段の趣旨は、（略）、都市計画区域の内外及び工事種別において区別したものではなく、（略）、これらを設置し、又は築造しようとする場合には、確認を要する"、とある。ここまでに示したように風車を支える支持部は建築基準法令の規定の適用を受ける準用工作物であるので、建築物と同様に建築確認が必要である。

建築確認申請の確認は建築主事が行うことから事前の協議が必要となる。申請書の内容は、上記「工事計画届出書」の強度計算書や基礎計算書と同じような内容となる。

なお、高さ 60 m を超える風力発電設備支持物の構造計算は平成 12 年建設省告示第 1461号に掲げる基準によることとし、国土交通大臣の認定を受ける必要がある。

4.6 まとめ

建築基準法におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、高さ15m を超える風力発電用風車の支持部である支柱が建築物の諸規定を準用した場合に工作物（準用工作物）とみなされ、適用を受ける。

また、高さ 20m を超える工作物には避雷設備を設ける必要性があることも併せて明らかになった。

5 騒音規制法（昭和43年、法律98号）：第6条

関係条文の概要は、付表6のとおりである。

付表6 騒音規制法関係条文

項目	内容
遵守内容（抜粋）	都道府県知事が定めた騒音規制地域（住居が集合している地域、病院又は学校周辺及び住民の生活環境を保全するために騒音規制が必要と認める地域）において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の騒音規制基準が、定められる。 騒音規制地域内の工場又は事業場に特定施設（著しい騒音を発生する施設であり、政令で定められたもの）を設置する場合及び特定建設作業（著しい騒音を発生する作業であり、政令によって定められたもの）を施工する場合、届出が必要となる。
届出、許認可	特定施設設置工事の開始の日の 30 日前まで、また、特定建設作業の開始の日の 7 日前までに、都道府県知事に届出を行う。
適用	風力発電所建設地が騒音規制地域に指定されている場合、届出が必要となる。

6 振動規制法（昭和51年、法律64号）：第3条、第4条、第6条、第14条

関係条文の概要は、付表10のとおりである。

付表7 振動規制法関係条文

項目	内容
遵守内容（抜粋）	都道府県知事が定めた振動規制地域（住居が集合している地域、病院又は学校周辺及び住民の生活環境を保全するために振動規制が必要と認める地域）において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の振動規制基準が、定められる。 振動規制地域内の工場又は事業場に特定施設（著しい振動を発生する施設であり、政令で定められたもの）を設置する場合及び特定建設作業（著しい振動を発生する作業であり、政令によって定められたもの）を施工する場合、届出が必要となる。
届出、許認可	特定施設設置工事の開始の日の 30 日前まで、また、特定建設作業の開始の日の 7 日前までに、都道府県知事に届出を行う。
適用	風力発電所建設地が振動規制地域に指定されている場合、届出が必要となる。